

TREBALL FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Mecànica

CONSTRUCCIÓ D'UN HABITATGE ECO-EFICIENT



Memòria

Autor:	Sergi Sala Bergé
Director:	Reyna Mercedes Peña Aguilar
Convocatòria:	Gener del 2019

Resum

El concepte d'habitatge eco-eficient no és molt comú en la nostra societat. Ara bé, cada vegada més habitatges consten de mecanismes per tal d'aprofitar els recursos que la natura ens proporciona. La necessitat d'estalviar en les despeses de la llar es la principal causa per la qual la societat inverteix en aquestes instal·lacions. La segona causa és l'aprofitament d'energies renovables per tal de contribuir amb la conservació del medi ambient.

Primerament situarem la localització de l'habitatge, el marc geogràfic, i les temperatures mitjanes, la irradiació solar, com també les precipitacions anuals que totes aquestes dades seran analitzades posteriorment.

A continuació, es mostraran els consums energètics d'un habitatge convencional per tal de poder comparar-ho amb els consums de la nostra casa. També, s'explicaran uns petits consells per millorar l'eficiència energètica de la llar sense necessitat de fer un gran esforç econòmic.

Un cop analitzades totes aquestes vessants, s'elegiran les instal·lacions necessàries per l'aprofitament de les energies que envolta la casa. Les plaques fotovoltaïques, l'orientació i distribució de les habitacions, la calefacció i un dipòsit d'aigua. També, els materials que s'utilitzaran per la construcció de l'estructura, els diferents aïllaments, el terra, el sostre i els tancaments ja siguin finestres o portes.

Finalment, es realitzaran els càlculs necessaris per conèixer l'estalvi energètic del nostre habitatge, i també l'estalvi econòmic d'aquest. Així doncs, podrem conèixer en quants anys trigarem a recuperar la inversió realitzada a l'inici del projecte.

Resumen

El concepto de vivienda eco-eficiente no es muy común en nuestra sociedad. Ahora, cada vez más hogares son contruidos con mecanismos, con el fin de aprovechar los recursos que la naturaleza nos da. La necesidad de ahorrar en el costo de la vivienda es la principal causa para la cual la empresa invierte en estas instalaciones. La segunda causa es el uso de energías renovables con el fin de contribuir a la conservación del medio ambiente.

Primeramente situaremos la localización de la vivienda, el marco geográfico, y las temperaturas medias, la irradiación solar, como las precipitaciones anuales y todos estos datos serán analizados posteriormente.

A continuación, se mostrarán los consumos energéticos de una vivienda convencional para poder compararlo con los consumos de nuestra casa. También, se explicarán unos pequeños consejos para mejorar la eficiencia energética del hogar sin necesidad de hacer un gran esfuerzo económico.

Una vez analizadas todas estas vertientes, se elegirán las instalaciones necesarias para el aprovechamiento de las energías que rodea la casa. Las placas fotovoltaicas, la orientación y distribución de las habitaciones, la calefacción y un depósito de agua. También, los materiales que se utilizarán para la construcción de la estructura, los diferentes aislamientos, el suelo, el techo y los cierres ya sean ventanas o puertas.

Finalmente, se realizarán los cálculos necesarios para conocer el ahorro energético de nuestra vivienda, y también el ahorro económico de este. Así pues, podremos conocer en cuántos años tardaremos en recuperar la inversión realizada al inicio del proyecto.

Abstract

The concept of eco-efficient housing is not very common in our society. However, more and more homes consist of mechanisms to take advantage of the resources that nature provides. The need to save on household expenses is the main cause for which the company invests in these facilities. The second cause is the use of renewable energies in order to contribute to the conservation of the environment.

First, we will locate the location of the home, the geographic frame, and the average temperatures, the solar irradiation, as well as the annual precipitations that all these data will be analyzed later.

Next, we will show the energy consumption of a conventional home in order to compare it with the consumption of our home. Also, they will explain some small tips to improve the energy efficiency of the home without having to make a great financial effort.

Once all these aspects have been analyzed, the necessary facilities will be chosen for the use of the energies that surround the house. Photovoltaic panels, the orientation and distribution of rooms, heating and a water tank. Also, the materials that will be used for the construction of the structure, the different insulation, the floor, the ceiling and the enclosures are already windows or doors.

Finally, the necessary calculations will be made to know the energy saving of our home, and also the economic saving of this. So, we can know in how many years we will take to recover the investment made at the beginning of the project.

Agraïments

Voldria agrair la col·laboració de la meva tutora del treball final de grau Reyna Mercedes Peña, pel que fa a la seva ajuda constant i interès mostrat demostrat que ha fet possible tirar endavant el projecte.

Tanmateix, també voldria donar les gràcies a Manel Codina, qui va obrir-me les portes de casa seva per tal de poder donar forma al projecte i poder veure en primera persona com un projecte d'aquestes característiques té un futur excepcional i una utilitat immensa.

Altrament, donar les gràcies a totes les empreses que desinteressadament han respost a les meves peticions de pressupostos, dades tècniques i altres voluntats.

I per últim i no menys important, donar les gràcies a la meva família, concretament al pare, la mare i el meu germà. També, a la meva parella, al meu company de pis i als meus amics pel seu suport durant el temps que he realitzat aquest treball.

Índex

RESUM	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
AGRAÏMENTS	VI
1. INTRODUCCIÓ	1
OBJECTIU	2
MOTIVACIÓ	3
ABAST DEL TREBALL	4
2. ASPECTES A TENIR EN COMPTE EN LA CONSTRUCCIÓ D'UN HABITATGE ECO-EFICIENT	7
2.1. Localització.....	7
2.2. Temperatura mitjana dels últims anys.....	7
2.3. Irradiació solar a Bellcaire d'Urgell.....	9
2.4. Orientació de l'habitatge.....	9
2.5. Precipitacions anuals	10
3. CONSUMS ENERGÈTIQUES EN UN HABITATGE CONVENCIONAL	12
3.1. Consum elèctric	12
3.2. Consum de gas.....	13
3.3. Consum d'aigua potable.....	14
4. MILLORA DE LA EFICIÈNCIA I LA GESTIÓ ENERGÈTICA DE LA LLAR	17
5. ELECCIÓ DE LES INSTAL·LACIONS D'ENERGIES RENOVABLES	20
5.1. Instal·lació de plaques fotovoltaïques.....	20
5.1.1. Plaques fotovoltaïques amb bateria o sense	20
5.1.2. Inclinació i orientació	21
5.1.3. Elecció de les plaques fotovoltaïques i bateries.....	21
5.2. Calefacció i ACS.....	24
5.2.1. Elecció del sistema de geotèrmia	25
5.2.2. Terra radiant	26
5.3. Orientació i distribució de les habitacions de l'habitatge.....	27

5.4.	Dipòsit d'aigua.....	28
6.	MATERIALS PER LA CONSTRUCCIÓ	30
6.1.	Estructura	30
6.2.	Aïllaments.....	32
6.3.	Paviments.....	32
6.4.	Tancaments	33
6.5.	Sostre.....	35
6.5.1.	Elecció de la teulada	37
6.6.	ELECTRODOMÈSTICS.....	38
7.	VENTILACIÓ	44
8.	ETIQUETA ENERGÈTICA EN UN HABITATGE	46
8.1.	Normativa.....	49
8.2.	Càlcul energètic del projecte	50
8.3.	CALCULAR ESTALVI ENERGÈTIC AMB CLIMATITZACIÓ.....	51
8.3.1.	CALEFACCIÓ.....	51
8.3.2.	REFRIGERACIÓ	59
8.3.3.	Total de climatització.....	59
8.4.	CALCULAR ESTALVI ENERGÈTIC AMB L'AIGUA DE LA PLUJA	60
8.5.	Càlcul d'estalvi elèctric.....	61
9.	ANÀLISI DE L'IMPACTE AMBIENTAL	63
	CONCLUSIONS	65
	PRESSUPOST I ANÀLISI ECONÒMICA	66
	Recuperació de la inversió	71
	BIBLIOGRAFIA	73

1. Introducció

Segons la definició del “Consell Empresarial Mundial per al Desenvolupament Sostenible” (WBCSD), la eco-eficiència es la ràtio entre el valor afegit del que s’ha produït i l’impacte ambiental afegit que ha costat la seva producció. Aquest concepte suposa afegir cada vegada més valor als productes i serveis, consumint menys matèries primes, generant cada vegada menys contaminació a través de procediments sostenibles, eficients i amb riscos gestionats.

Les cases eco-eficients son aquelles que aconseguen condicions òptimes de habitat amb el mínim consum energètic, tenint en compte l’orientació de la construcció, el terreny i la naturalesa que la rodegen. Han de ser autosuficients i autoregulades, amb un manteniment barat que no depengui de fonts no locals d’energia, han de ser energies naturals gratuïtes.

Per a la construcció de la casa eco-eficient els materials de construcció han de ser lo més naturals possible i que siguin de proximitat. Un habitatge aïllat amb materials ecològics, proporciona un confort adequat i consumeix una reduïda quantitat d’energia, causant així una menor contaminació. També, la calefacció i la refrigeració d’una casa representa aproximadament la meitat de l’energia consumida anualment. Per això, amb un disseny bioclimàtic exhaustiu l’estalvi de calefacció i refrigeració pot ser del 80%.

En aquest apartat es defineix breument la motivació, els objectius i l’abast del treball

Objectiu

L'objectiu principal d'aquest treball és garantir, a una família amb necessitats estàndards, el confort i la comoditat dins un habitatge eco-eficient. A més a més, demostrar que si es té la possibilitat de construir una casa des d'un inici, la inversió amb l'aprofitament dels recursos naturals suposo un esforç inicial, però aquesta serà recuperada en els pròxims anys.

Així doncs, el segon objectiu seria recuperar la inversió extra que necessita un habitatge eco-eficient en la major brevetat possible.

Finalment, com a últim objectiu ens hem proposat causar un impacte visual mínim ja que l'entorn és rural.

Motivació

En un context rural, els recursos naturals estan a l'abast de tothom i la possibilitat de construir un habitatge des de l'inici és més factible. A les afores de Bellcaire d'Urgell, hi ha un Mas rural el qual no disposa d'aigua potable, electricitat de la xarxa, ni tampoc gas. Poder reconstruir aquest Mas de manera eco-eficient aprofitant tots els recursos naturals que tenim a l'abast i fer-lo una casa habitable per a una família seria la motivació principal per la qual vaig proposar aquest treball final de grau.

Abast del treball

La construcció d'un habitatge familiar de manera eco-eficient, aprofitant al màxim tots els recursos naturals que la natura ens proporciona i per tal de ser ecològic.

Es realitzarà l'anàlisi de l'entorn climatològic, per poder calcular energèticament la reducció de despeses en comparació amb una llar convencional. L'elecció de diferents instal·lacions per aprofitar aquestes energies renovables, com també els materials amb que es construirà l'estructura, el sostre, els tancaments o el terra.

Per últim, calcular el pressupost necessari per dur a terme aquest projecte, i posteriorment un càlcul de la recuperació de la inversió per poder demostrar que la construcció d'una casa amb aquestes característiques no solament és una decisió per temes energètics, sinó que també en el pas del temps serà un benefici econòmic anualment.

2. Aspectes a tenir en compte en la construcció d'un habitatge eco-eficient

Inicialment, s'ha de fer un anàlisi climatològic de l'entorn on es situarà l'habitatge. Aquest anàlisi servirà per saber quines instal·lacions seran necessàries per aprofitar les energies renovables que envolten la casa.

2.1. Localització

La casa estarà situada a la localitat de Bellcaire d'Urgell, La Noguera. Limita amb els termes de Linyola pel Sud, Penelles a la vessant Est, Vallfogona de Balaguer pel Oest i finalment La sentiu de Sió pel Nord. A un quilòmetre del centre del poble en direcció La Sentiu de Sió es troba l'habitatge. La finca on es construirà l'habitatge disposa d'aigua corrent sanitària, electricitat i connexió amb gas



Fig. 1: Mapa de la noguera

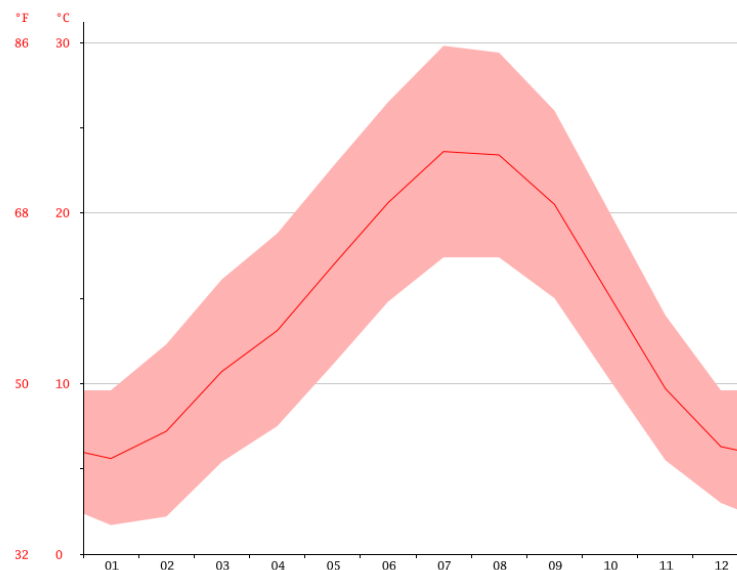
La principal via de comunicació és la carretera comarcal C-53 que desemboca a l'Autovia A-2 a la sortida 504.

El clima de Bellcaire d'Urgell es classifica com càlid y temperat. Té una quantitat significativa de pluja durant l'any. La temperatura mitjana anual a Bellcaire d'Urgell està sobre els 14,4 °C.

A continuació s'adjuntarà la climatologia mitjana dels últims anys a Bellcaire d'Urgell per tal d'avaluar quin bé s'aprofitarà en la construcció de l'habitatge.

2.2. Temperatura mitjana dels últims anys

es temperatures més altes de mitjana són al mes de Juliol, sobre els 23,6°C, al Gener, en canvi, té una temperatura mitjana més baixa de l'any amb un 5,6°C.



Gràf. 1: Temperatures mitjanes al llarg de l'any

A continuació s'adjuntarà una taula amb les temperatures mitjanes de cada mes:

Meses	Temperatura mitjana (°C)	Temperatura min. (°C)	Temperatura max. (°C)	Precipitació (mm)
Gener	5.6	1.7	9.6	28
Febrer	7.2	2.2	12.3	26
Març	10.7	5.4	16.1	40
Abril	13.1	7.5	18.8	49
Maig	16.9	11.1	22.7	61
Juny	20.6	14.8	26.5	54
Juliol	23.6	17.4	29.8	27
Agost	23.4	17.4	29.4	45
Setembre	20.5	15	26	57
Octubre	15.1	10.2	20	51
Novembre	9.7	5.5	14	40
Desembre	6.3	3	9.6	38

Taula 1: Temperatures mitjanes de cada mes

En la taula es pot observar també les precipitacions mitjanes en mm. Curiosament, les precipitacions no disminueixen en els mesos de més temperatura, en canvi, en els mesos més freds disminueixen degut a les intenses boires que s'hi formen.

2.3. Irradiació solar a Bellcaire d'Urgell

La irradiació solar és l'energia radiant emesa a l'espai interplanetari del Sol. És la transferència d'energia per ones electromagnètiques. La radiació es produeix directament des de la font cap a fora en totes les direccions. La longitud d'ona i la freqüència de les ones electromagnètiques, són importants per determinar la seva energia, la seva visibilitat i el seu poder de penetració. Hi ha 3 tipus de radiació solar:

- **Radiació solar difusa:** representa la porció de radiació solar que ha colpejat almenys una partícula de gas atmosfèric en canviar l'angle d'incidència però tot i així arriba a la superfície.
- **Radiació solar reflectida:** és la part incident reflectida des de la superfície de la terra a causa de l'efecte albedo. L'albedo és el coeficient de reflexió del terra (c).
- **Radiació solar absorbida:** és la radiació que contribueix en l'escalfament de la Terra en funció de la latitud i el tipus de superfície. És la única de la qual es disposa.

A continuació, la taula ens proporcionarà informació sobre la irradiació solar a Bellcaire d'Urgell:

Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Des
5,75	8,88	13,51	18,87	23,12	25,22	24,59	21,34	16,46	11,21	7,01	5

Taula 2: Irradiació solar al municipi

La irradiació solar que s'ha adjuntat és la mitjana de cada mes, en el moment de decidir com s'utilitzarà l'energia solar, no solament es tindrà en compte aquestes dades sinó que també s'estudiarà quina orientació i inclinació són més òptimes.

2.4. Orientació de l'habitatge

L'orientació és un factor que sovint no es té en compte en el moment de construir una casa. Doncs bé, el fet que l'habitatge estigui orientat en una direcció o una altra pot suposar un estalvi de fins al 80% en el consum energètic.

És important saber que l'orientació d'una casa es decideix sobre factors externs a l'immoble, com la pròpia estructura sobre la qual se sustentarà l'edifici. Per aquest motiu, els orificis que es fan a la façana, com finestres o portes, juntament amb la situació geogràfica són aspectes importants per decidir l'orientació correcta de l'habitatge.

A continuació, les possibles característiques generals de l'orientació de l'habitatge:

- **Orientació nord:** el sol no incideix de manera directa, solament rep radiació solar a primera i última hora en els mesos d'estiu. Per aquest motiu, la despesa de calefacció és molt elevada.
- **Orientació sud:** és perfecta en llocs amb clima fred i humit, ja que els rajos solars incideixen en l'habitatge durant tot el dia a la tardor, l'hivern i la primavera, la qual cosa fa disminuir l'ús de calefacció. D'altra banda, en zones càlides la despesa d'aire condicionat serà molt elevada.
- **Orientació oest:** reben la calor del sol des del migdia fins al vespre, és difícil fer-ne un bon ús d'aquesta orientació ja que a l'estiu l'ús de l'aire condicionat serà elevat.
- **Orientació est:** la majoria de cases tenen aquesta orientació, ja que el sol hi toca tot el matí fins al migdia. Així, la calor s'acumula i després s'allibera a poc a poc durant la tarda. Tanmateix, en un habitatge es pot distribuir les habitacions de tal manera que en funció de la utilitat, tingui una orientació determinada.

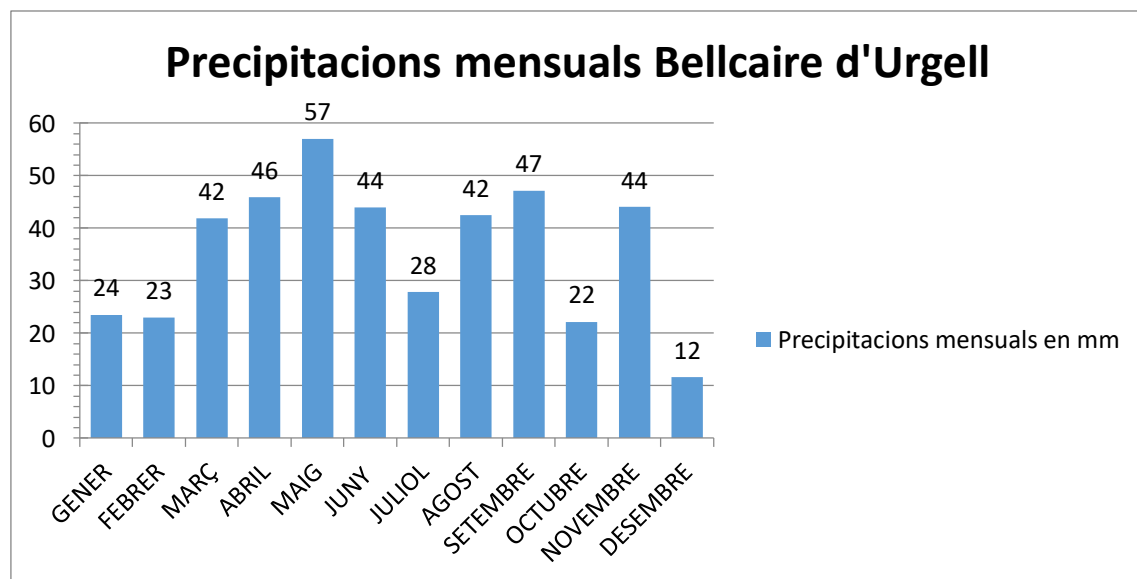
2.5. Precipitacions anuals

En la demarcació geogràfica de Bellcaire d'Urgell, es considera una zona de regadiu, regada pel canal d'Urgell, que alimenta tots els camps de conreu de la població. No obstant això, les precipitacions no deixen de ser força abundants en els mesos de Maig i de Setembre. Els pitjors registres es situen en els mesos de Febrer i Juliol, quan el clima és més sec.

En la següent taula, adjuntarem el registre de precipitacions mensuals dels últims 5 anys per tal de fer una aproximació a les precipitacions mitjanes del terme, i així, estudiar la viabilitat d'aprofitament de l'aigua de la pluja:

ANY	2017	2016	2015	2014	2013	MITJANA
GENER (mm)	12,8	18,6	10,2	41,8	34,1	23,5
FEBRER (mm)	13,5	58,9	17,5	13,6	11,1	22,92
MARÇ (mm)	78,81	21,8	15,6	16,8	76,3	41,862
ABRIL (mm)	33,1	56,8	9,3	52,7	77,4	45,86
MAIG (mm)	57	59	48	60,2	61	57,04
JUNY (mm)	43,5	7,6	105,8	27,7	35,4	44
JULIOL (mm)	11,6	3,6	28,1	22,9	72,8	27,8
AGOST (mm)	16,1	15,3	33,5	48,5	98,9	42,46
SETEMBRE (mm)	57,66	89,7	21,6	61,9	4,8	47,132
OCTUBRE (mm)	33,4	51,1	13,4	8,6	4,3	22,16
NOVEMBRE (mm)	1,1	38,7	32,4	88	59,9	44,02
DESEMBRE (mm)	15,2	11,6	10,2	7,3	13,7	11,6
TOTAL (mm)	373,77	432,7	345,6	450	549,7	430,354

Taula 3: Precipitacions desglossades en mesos



Gràfica 2: Precipitacions mensuals

3. Consums energètiques en un habitatge convencional

En aquest apartat es calcularà les despeses energètiques que es produeixen en una casa convencional, de gas, electricitat i aigua calenta sanitària. Les despeses es calcularan aproximadament, en una mitjana estatal de despeses que té un habitatge on hi habita una família de quatre membres.

Com que es vol assimilar al màxim amb les condicions amb les que construirem el nostre habitatge, aquestes despeses seran extretes de cases unifamiliars situades en entorns climatològics similars al de la plana de Lleida.

3.1. Consum elèctric

En aquest apartat es calcularà la despesa elèctrica produïda en una casa convencional. El IDAE (institut públic que depèn del Ministeri de Industria) va publicar un estudi complert sobre la despesa elèctrica dels habitatges de l'estat.

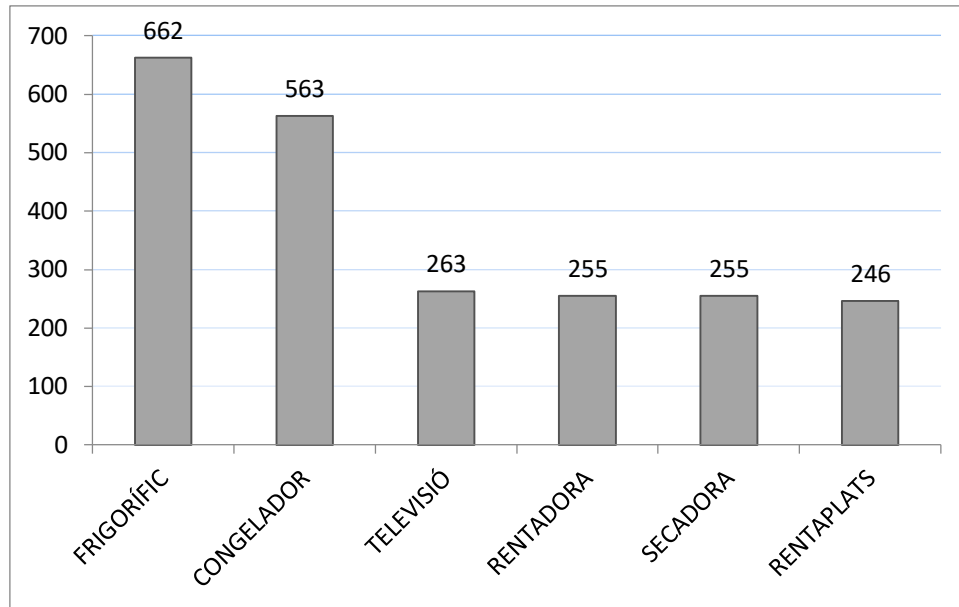
No totes les cases consumeixen el mateix. Les cases unifamiliars (cases aïllades) dupliquen el consum d'energia (15.513 kWh com a mitjana anual), en canvi, dels pisos i blocs d'habitatges (7.544 kWh).

Una casa de mitjana gasta de mitjana 990 euros al any amb energia elèctrica, la principal despesa és amb calefacció, que acostuma a representar la meitat del consum. Així és com es reparteix la despesa en una casa convencional:

1. Calefacció: 5.172 kWh → 50,26 %
2. Electrodomèstics: 1.924 kWh → 18,69 %
3. Aigua calent: 1.877 kWh → 18,24 %
4. Cuina: 737 kWh → 7,16 %
5. Il·luminació: 410 kWh → 3,98 %

6. Aire condicionat: 170 kWh → 1,67 %

A continuació, s'adjunta un gràfic amb els electrodomèstics que més consum produeixen a les llars catalanes:



Gràfica 3: Consum dels electrodomèstics en kWh

3.2. Consum de gas

El gas natural s'utilitza en els habitatges com a font de calor per la cuina, l'aigua calenta sanitària i com a font d'energia barata per la calefacció. A més a més, cada dia es més comú la substitució de electrodomèstics (aparells d'electricitat) per gasomètrics (aparells que funcionen amb gas).

El consum mitjà de gas natural dependrà de l'ús que se'n faci, les persones que hi viuen i la freqüència de l'ús d'aquests. El consum mitjà anual d'una casa en funció del número de persones s'estima a la següent taula:

Número de persones	Consum gas en kWh
1	1900
2	3750
3	5050
4	6000
5	7000
Mitjana per llar	5050

Taula 3: Consum mitjà de gas en una llar

En el nostre cas, ens fixarem en el consum d'un habitatge per a quatre persones, i aquest consum és de 6000 kWh.

Si s'agafa com a referència la tarifa d'últim recurs de gas TUR2 (destinada als consums anuals superiors a 5.000 kWh), fa factura mitja suposa uns 360 a l'any, uns 435 afegint l'IVA, uns 75 euros en la factura bimestral.

3.3. Consum d'aigua potable

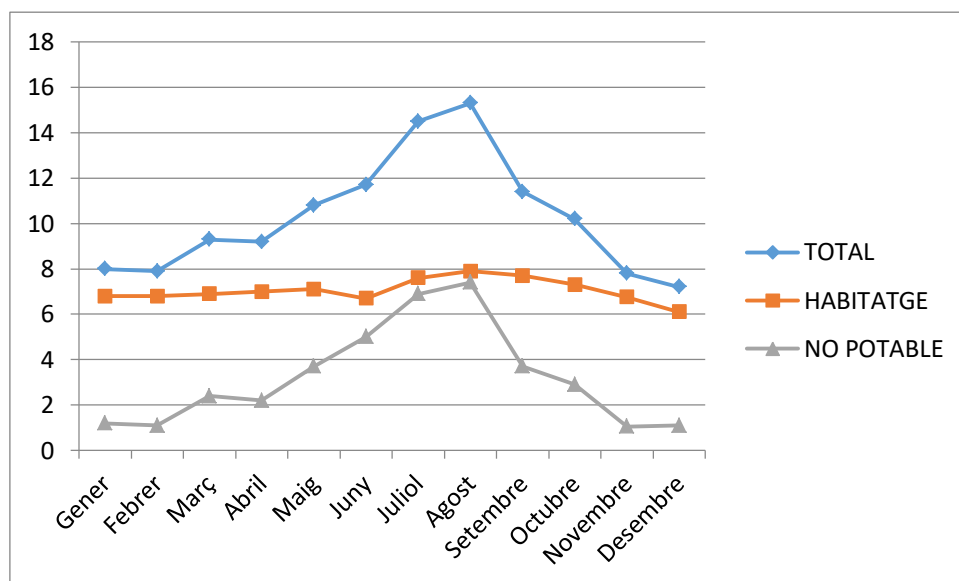
El consum d'aigua potable en una casa unifamiliar amb 4 habitants i amb un jardí, té una despesa superior que la mitjana d'habitatges unifamiliars de l'estat Espanyol. A continuació utilitzarem les estadístiques per calcular el consum estimat del nostre habitatge, i així saber aproximadament el cost real de mantenir tota la casa.

Es dividirà el consum d'aigua en tres tipus: consum de l'habitatge, del reg i de l'inodor. Aquesta divisió s'ha dut a terme ja que la única font que ha de ser aigua potable és la del consum de l'habitatge, en canvi, el reg i l'inodor no ho necessiten.

MES	TOTAL, m ³	HABITATGE, m ³	REG, m ³	INODOR, m ³	AIGUA NO POTABLE, m ³
Gener	8	6,8	0	1,2	1,2
Febrer	7,9	6,8	0	1,1	1,1
Març	9,3	8,1	1,2	1,2	2,4
Abril	9,2	8,2	1,2	1	2,2
Maig	10,8	9,7	2,6	1,1	3,7
Juny	11,7	10,5	3,8	1,2	5
Juliol	14,5	13,3	5,7	1,2	6,9
Agost	15,3	14,2	6,3	1,1	7,4
Setembre	11,4	10,4	2,7	1	3,7
Octubre	10,2	9,1	1,8	1,1	2,9
Novembre	7,8	6,75	0	1,05	1,05
Desembre	7,2	6,1	0	1,1	1,1

Taula 4: consum d'aigua en un habitatge

També podem representar els m³ en un gràfic com el que adjuntarem a continuació:



Gràfica 5: Consum d'aigua potable per mesos

Després de saber la quantitat necessària per tal d'abastir el consum d'aigua de l'habitatge podem fer un càlcul aproximat dels costos que això suposa. Tenint en compte el preu de l'aigua, tindrà un cost aproximat de 232€ a l'any. **[11]**

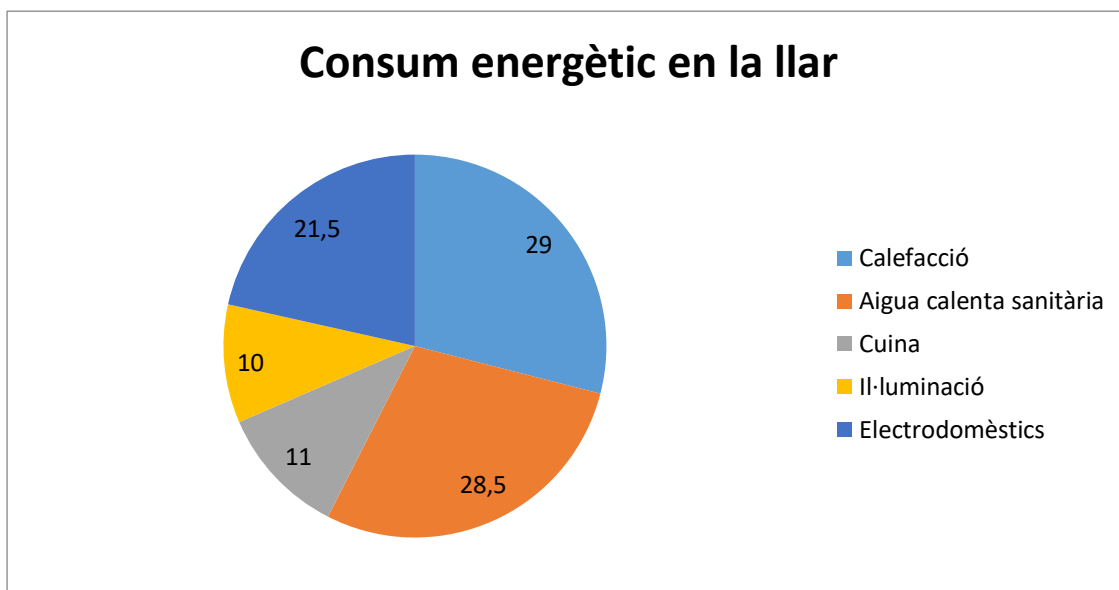
4. Millora de la eficiència i la gestió energètica de la llar

En un habitatge, gairebé totes les activitats que es realitzen durant el dia consumeixen algun tipus d'energia. No solament s'estalvia utilitzant aparells que aprofiten l'energia renovable, sinó que també reduiríem el consum seguint diversos consells de fàcil aplicació.

A continuació, es proposaran consells i orientacions de pràctiques per tal de millorar la nostra qualitat de vida reduint el consum energètic en la vida quotidiana:

- No deixar un llum encès, o un electrodomèstic connectat ja que durant el període que no es fa servir poden arribar a gastar el 25% del consum de l'aparell en funcionament.
- Substituir totes les bombetes i fluorescents de la llar per uns de LED i de baix consum. També cal reflexionar abans de comprar un aparell elèctric i observar el consum de cadascun.
- Un habitatge amb un aïllament correcte redueix l'ús de la calefacció a l'hivern i de refrigeració a l'estiu. Instal·lació correcta de finestres, persianes, cortines i la distribució de les cambres és imprescindible per un bon aïllament.
- En una rentadora, el 90 % del consum energètic es fa servir per escalfar l'aigua, per això cal utilitzar programes d'aigua freda sempre que sigui possible.
- En el rentaplats, si prèviament s'ha esbandit la vaixel·la el programa pot ser més curt i sense l'ús d'aigua calenta.
- La instal·lació d'airejadors a totes les aixetes per reduir el consum.

Indicativament, es poden donar unes xifres estimades bastant ajustades del consum mitjà les llars:



Gràfica 4: Consum energètic en la llar %

5. Elecció de les instal·lacions d'energies renovables

Una vegada s'ha fet un estudi de les condicions climatològiques que hi ha en l'entorn de l'habitatge, cal buscar les millors instal·lacions per tal de poder obtenir el millor rendiment i així estalviar energia. Les necessitats que es vol cobrir en l'habitatge són les d'una família amb dues persones adultes i dos infants.

5.1. Instal·lació de plaques fotovoltaiques

En primer lloc, es farà la recerca d'instal·lacions de plaques fotovoltaiques per tal d'aprofitar l'energia solar i convertir-la en energia elèctrica i així reduir el consum que ens proporciona la xarxa. Una placa fotovoltàica està formada per un conjunt de cèl·lules fotovoltaiques que produeixen electricitat a partir de la llum que incideix sobre ella. Les cèl·lules s'encapsulen en una resina, i es col·loquen entre dues làmines per formar els mòduls fotovoltàics.

Les plaques produeixen electricitat en forma de corrent continu i solen tenir entre 20 i 40 cèl·lules, tot i que són usuals els mòduls de 36, per tal d'assolir els volts necessaris per a la càrrega de les bateries (12V).

5.1.1. Plaques fotovoltaiques amb bateria o sense

La primera elecció que s'ha de dur a terme és si es vol fer la inversió de les plaques amb bateria o sense:

FÓRMULA AMB BATERIES	FÓRMULA SENSE BATERIES
<ul style="list-style-type: none"> - La compra de bateries suposa un cost força elevat respecte tota la instal·lació. - L'energia excedentària s'emmagatzema a les bateries per al seu posterior ús. 	<ul style="list-style-type: none"> - El cost total serà molt inferior sense la compra de bateries. - L'excedència no s'utilitzarà, deixaria de produir-se, ja que la normativa actual no permet cedir-la a la companyia elèctrica.

En conclusió, en l'autoconsum domèstic en les hores de més Sol no s'acostuma a estar a casa, i per tant, són necessàries les bateries per poder acumular tota l'energia captada durant el dia i

consumir-la durant la nit. A més a més, el clima de Bellcaire d'Urgell en els mesos d'hivern té poques hores de Sol i amb les bateries farà disminuir el nostre consum de la xarxa.

5.1.2. Inclinator i orientador

La radiador solar que incideix en la superfície de la placa varia segons l'orientador i la inclinador de la placa. En les dades captades per l'estador meteorològica podem elegir l'opció més òptima. A continuador, s'adjuntarà la taula amb els valors pertinents:

Inclinator: 30°. Orientador: 0°																	
Mes	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	Total
Gen	0	0	0	103	454	802	1088	1250	1250	1088	802	454	103	0	0	0	7393
Feb	0	0	0	338	781	1228	1589	1842	1842	1589	1228	781	338	0	0	0	11557
Mar	0	0	167	635	1203	1740	2166	2402	2402	2166	1740	1203	635	167	0	0	16626
Abr	0	15	371	930	1541	2116	2566	2813	2813	2566	2116	1541	930	371	15	0	20706
Mai	0	96	518	1108	1730	2315	2759	3001	3001	2759	2315	1730	1108	518	96	0	23052
Jun	0	126	585	1183	1812	2382	2818	3055	3055	2818	2382	1812	1183	585	126	0	23923
Jul	0	111	555	1154	1788	2363	2805	3046	3046	2805	2363	1788	1154	555	111	0	23645
Ago	0	50	437	1018	1642	2225	2692	2941	2941	2692	2225	1642	1018	437	50	0	22010
Set	0	0	254	778	1365	1927	2372	2617	2617	2372	1927	1365	778	254	0	0	18625
Oct	0	0	0	458	950	1438	1876	2099	2099	1876	1438	950	458	0	0	0	13645
Nov	0	0	0	185	556	937	1250	1427	1427	1250	937	556	185	0	0	0	8709
Des	0	0	0	30	333	666	924	1070	1070	924	666	333	30	0	0	0	6045




Taula 5: Inclinator i orientador de les plaques




Amb aquesta inclinador i orientador, el total de radiador captada és de 195936 kJ/m². En les altres orientacions i inclinacions la radiador és inferior i per tant no convé la seva instal·lador.

5.1.3. Elecció de les plaques fotovoltaiques i bateries

Després d'una recerca força exhaustiva en diverses empreses de renom en el sector de les plaques fotovoltaiques, i estudiant el consum de l'habitatge en els mesos d'estiu i en els d'hivern s'ha considerat que la millor opció és un "kit Solar d'habitatge aïllat de 5000W, 48V i de 12150

Whdia". És cert, que durant els mesos d'hivern, en ocasions aquest "kit" no generarà l'energia necessària per al consumidor, però cal no sobredimensionar components ja que el cost augmentaria, com també ho faria el manteniment i la instal·lació. La connexió a la xarxa servirà per abastir les necessitats en dies puntuals. Seguidament s'afegirà tota la informació detallada sobre les plaques i bateries elegides.**[8]**

PRODUCTE	QUANTITAT	DESCRIPCIÓ	FOTO
Panel Solar 270W de 60 cèl·lules Talesun	9	Format per silici policristal·lí de gran fiabilitat i producció. És capaç de produir 950W al dia a l'hivern i el doble a l'estiu.	
Inversor Carregador + Regulador de carga 5000W 48V amb MPPT	1	Ofereix una solució en que permet connectar tots els components del sistema en un mateix aparell. La pantalla LCD permet veure la informació de tot el sistema. A més a més, admet una xarxa elèctrica externa.	
Complement WIFI Inversor	1	Pot monitoritzar l'inversor des de qualsevol dispositiu electrònic amb l'aplicació per conèixer el funcionament en temps real de la instal·lació.	

Bateria estacionaria UPower de 550Ah i 6V	8	Té la capacitat de suportar descarregues lentes tots els dies. Té una vida mitjana de 1200 cicles.	
Estructura per panels solars sobre teulat	1	Pot fixar els panels solars en qualsevol tipus de teulat.	
Cablejat	-	Tot el cablejat necessari per a la instal·lació.	
Repartidor i caixa per al connexionat dels panels	1	S'ha de col·locar el més pròxim al grup de panels solars per tal d'ajuntar totes les plaques en una sola caixa.	

5.2. Calefacció i ACS

La calefacció en els mesos d'hivern serà la principal despesa que l'habitatge tindrà degut a les baixes temperatures que hi ha a la zona. Per aquest motiu cal estudiar molt bé les diferents opcions de calefacció renovable.

També, l'aigua calenta sanitària, ACS, és l'aigua apta per al consum humà escalfada. S'utilitza en cases, edificis, instal·lacions esportives... L'ús d'aquesta aigua és per la neteja personal i l'utilitzen electrodomèstics per netejar utensilis. Pel que fa energèticament, l'ACS és un component important ja que representa entre un 25 i un 40 % del consum dels habitatges.

L'aigua calenta sanitària està subjecta a diferents restriccions tèrmiques, que regulen les temperatures de distribució i de consum. S'hauria d'evitar en règim de funcionament normal la disminució de la temperatura a 50°C a aixeta i 55°C en dipòsit. La instal·lació en conjunt ha de suportar temperatures de 70°C. Per a la pell no poden ser superiors a 40°C, per això es barreja aigua calenta de la instal·lació d'ACS amb aigua freda convencional.

Per a poder estalviar diners, alhora d'elegir les instal·lacions per a l'obtenció de calefacció i ACS utilitzarem el mateix mètode, ja que així amb una sola instal·lació i un acoblament entre sistemes podrem cobrir les dues necessitats de l'habitatge.

Per aquest motiu confeccionarem una taula amb les avantatges i desavantatges de cadascuna de les opcions disponibles:

ENERGIA RENOVABLE	AVANTATGES	DESAVANTATGES
BIOMASSA	<ul style="list-style-type: none"> -És una font inesgotable -Disminueix els combustibles fòssils -Té un cost molt baix -Tecnologia molt avançada, alt rendiment i fiabilitat. 	<ul style="list-style-type: none"> -Necessitat de posseir un lloc d'emmagatzematge -Els rendiments de calderes són inferiors -Eliminació de cendres més complexos i per tant major preu

SOLAR TÈRMICA	<ul style="list-style-type: none">-Baixa contaminació i respecte amb el medi-Cost de la instal·lació i manteniment reduït-Impacte ambiental nul	<ul style="list-style-type: none">-Rendiment inferior a altres energies-La radiació solar ha de ser elevada-Té perill d'altres temperatures
GEOTÈRMICA	<ul style="list-style-type: none">-El rendiment més elevat-Es troba a tots els punts de la terra, no depèn de la zona ni clima-No requereix combustió de cap material	<ul style="list-style-type: none">-No es pot transportar, consum local-Impacte ambiental amb la perforació de la superfície-En cas de fuga pot alliberar àcid sulfhídric

Amb la informació obtinguda, i després d'un estudi exhaustiu podem afirmar que la millor energia renovable serà la geotèrmica, ja que no depèn de la climatologia com la solar tèrmica i no requereix de combustible com la biomassa. A més a més, és la que més rendiment obté.

5.2.1. Elecció del sistema de geotèrmia

Després d'un exhaustiu estudi del mercat de la geotèrmia, hem triat el "EcoForest Compact". La gamma domèstica de bombes de calor EcoForest permet reduir els consums energètics fins al 80% mitjançant un ús de una font d'energia renovable i que minimitza les emissions de CO₂ al medi ambient. Les dades tècniques eren de les bombes de calor elegides:

- Potència: 3-12kW
- Calefacció, refrigeració i aigua calenta sanitària

- Dipòsit integrat d'acer inoxidable de 165 litres de aigua calenta sanitària
- Té un COP de 4,9
- Dimensions: 1804x600x710mm

En definitiva, aquesta bomba de calor tindrà la capacitat necessària per alimentar tota la casa en els mesos de més fred i també refrigerarà en els mesos més calorosos.

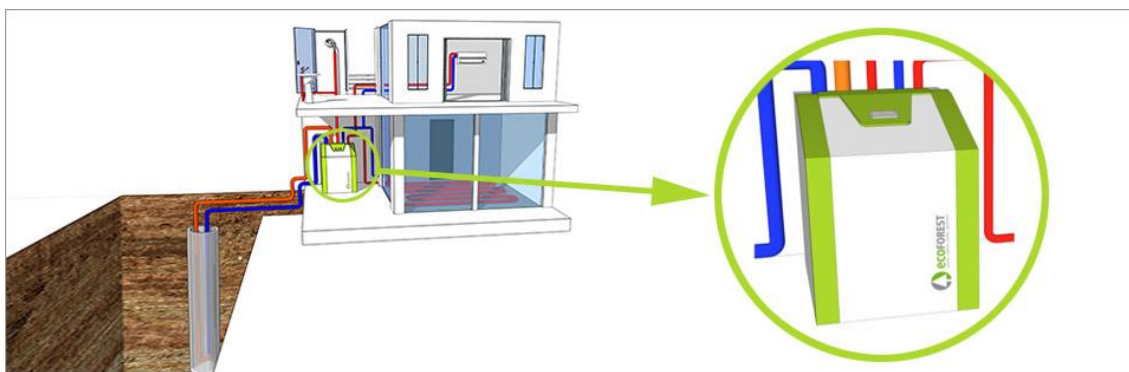


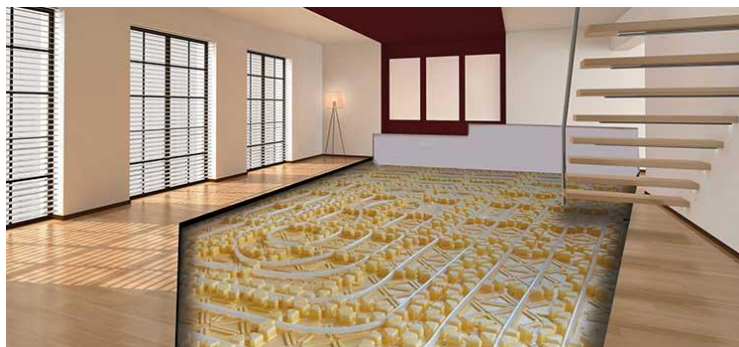
Fig. 2: Ecoforest

5.2.2. Terra radiant

La calefacció de sostre i terra radiant és el sistema més eficient de calefacció que es pot trobar avui en dia al mercat. Funciona amb aigua a uns 45°, davant dels 70°-90° que necessiten els radiadors tradicionals. Això, combinat amb un sistema eficient capaç de treballar a baixes temperatures podem aconseguir un estalvi important.

a xarxa de canonades cobreix tot el sòl, pel que la calor es distribueix de forma homogènia i sempre prop del cos humà, per aquest motiu no es necessari que la temperatura del fluid augmenti a temperatures tant elevades com en els radiadors convencionals, ja que des de un punt focal ha d'emetre calor cap a tota l'habitació. A l'estiu, per aquestes canonades pot circular fluid fred i servir de refrigerant de l'habitatge, serà necessari un deshumidificador addicional.

La instal·lació es col·loca diverses capes aïllants per sota de les canonades per a impedir escapis de calor. Les canonades es recobreixen amb ciment i sobre aquest, es col·loquen les rajoles, ja que és el terra més indicat i l'elegit per aquest habitatge.



Les millors prestacions són: eficiència, només escalfa els cossos sòlids; estalvi, menys energia que un sistema convencional; invisibilitat, no ocupa espai en les habitacions; reversible, pot ser calefacció o refrigeració; no necessita manteniment.

5.3. Orientació i distribució de les habitacions de l'habitatge

En l'orientació de la casa, els factors a tenir en compte són totalment externs, ja que varia segons el clima, latitud i altura. En l'apartat 1.3 s'ha conegut les característiques de les diferents orientacions, fent una valoració global s'ha decidit fer una orientació personalitzada en funció de les utilitat de les habitacions. Tot seguit s'anomenarà les característiques de les habitacions en els diferents punts cardinals:

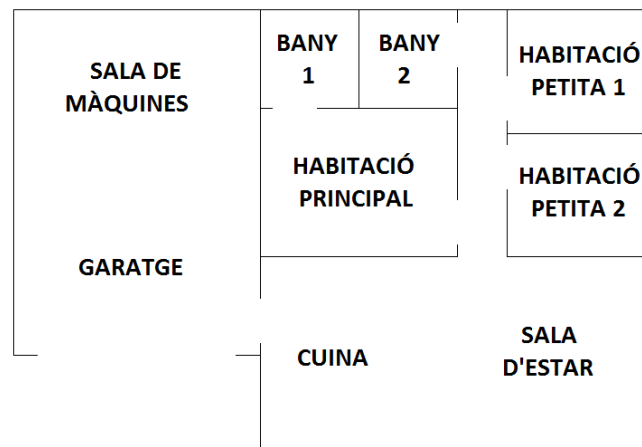


Fig. 3: Distribució de les habitacions

- **Nord:** en la façana no rep massa llum Solar directe, per altra banda això fa que rebi una llum uniforme i, per tant, s'hi necessiten grans finestres per fer-hi entrar la llum necessària; durant l'hivern hi arriben vents freds i això fa que la part de la casa exposada al Nord no sigui gens càlida. Situem en aquesta orientació la cuina i la saleta de rentar roba.
- **Est:** per aquest punt surt el Sol, els primers raigs Solars proporcionen una escalfor agradable durant les primeres hores del matí d'estiu i a l'hivern hi ha fred ja que els raigs del Sol no arriben a escalfar. La zona est estarà destinada per als dormitoris.


- **Sud:** és la façana on toca més el Sol durant tot el dia. Hi ha una forta solejada durant el migdia favorable en temps freds, però que hem d'evitar a l'estiu amb un tendal. Situem la Sala d'estar.
- **Oest:** es rep els raigs de Sol amb una forta solejada durant la tarda i vespre. Pot arribar a ser excessivament calorosa la façana oest. La sala d'estar farà cantonada i també hi situarem el rebedor.

5.4. Dipòsit d'aigua

Fa tan sols uns anys, la recollida de l'aigua de la pluja en la llar encara era un territori tècnic desconegut. Actualment, però, es pot recórrer a sistemes i productes acreditats. La gamma d'articles per a l'aprofitament de l'aigua de pluja va des de dipòsits de 210 litres, dipòsits flexibles de 5000 litres, d'aigua potable i fins i tot a dipòsits subterranis de poca profunditat de 7.500 o 15.000 litres, que mitjançant bombes i sistemes de vàlvules subministren a diversos punts de presa.

La recuperació d'aigua de pluja per aprofitar-la a les llars és una tècnica que avui en dia no necessita instal·lacions complicades ni una gran inversió econòmica. En la localització del nostre habitatge, les precipitacions són força abundants durant totes les estacions de l'any exceptuant l'estiu. Per aquest motiu s'ha considerat oportú, després de realitzar un estudi de les precipitacions i el consum d'aigua potable de l'habitatge, la instal·lació d'un dipòsit subterrani a l'exterior de la casa per tal de estalviar el consum de l'aigua potable. Aquest sistema tindrà un mecanisme automàtic per tal de connectar-se a la xarxa sempre que el dipòsit no disposi d'aigua en el seu interior.

A continuació es mostraran les característiques del dipòsit elegit:

ELEMENT	CARACTERÍSTIQUES	IMATGE
Dipòsit Carat	<ul style="list-style-type: none"> - Alta estabilitat i encaix perfecte dels components. - Segellat fins al nivell del terra. - Capacitat de 15.000 litres d'aigua 	

Coberta telescòpica Maxi	<ul style="list-style-type: none">- Coberta soterrada de jardí.- Permet una inclinació màxima de 5º.- Tancament de seguretat per a nens.	
Pack Filtració Optimax-Pro	<ul style="list-style-type: none">- Rebost amb reixa anti-animals.- Fixació ràpida Spannfix.- Sabata d'entrada tranquil·la.	
Pack tècnic casa-jardí Eco Plus	<ul style="list-style-type: none">- Set de conduccions de aigua no potable.- Tub de captació 12m.- Kit d'exploració extracció flotant.	

Amb la capacitat d'aquest dipòsit doncs, es vol abastir les necessitats d'aigua de la llar, sense sobredimensionar la capacitat ja que el preu seria més elevat i costaria més amortitzar-ho.

6. Materials per la construcció

Sabem que es pot ser radicals a la hora de seleccionar materials per a la construcció d'una casa ecològica i elegir tots aquells materials naturals i respectuosos amb el medi ambient. Però a vegades, no es possible ser purista i per aconseguir ajustar-nos a un pressupost o complir la funció estructural demandada s'opta per materials no tant ecològics ni sans.

A continuació es veuran en detall quins són els criteris de selecció de materials per la construcció d'una casa ecològica:

- **Extracció respectuosa:** el primer pas per que un material sigui respectuós és que la seva extracció sigui respectuosa.
- **Reduïda transformació:** després de l'obtenció de la matèria prima, la transformació s'ha de procurar que sigui reduïda.
- **Proximitat:** incideix en el consum energètic que es destini al transport.
- **Bio-compatibles:** són aquells que sense partícules tòxiques o substàncies químiques que poden arribar al nostre organisme un cop instal·lades a casa.

6.1. Estructura

L'estructura i els tancaments d'un habitatge han de durar tota la vida, són els elements més permanents. Per això és important que siguin duradors i resistent però també naturals i saludables.

La primera elecció és el material que s'utilitzarà per construir l'estructura principal de la casa. Després d'un estudi exhaustiu dels diferents materials que hi ha al mercat (blocs de terra, blocs de terra estabilitzada, blocs de formigó, terra premsada i adobs, fusta i pedra), s'ha considerat que el material que compleix amb les característiques són els blocs de terra.

Els **blocs de terra** tenen una gran capacitat mecànica per resistir pes i una bona capacitat aïllant. Està fet de terra i es produeix de forma artesanal, això fa que augmenti el preu respecte els maons convencionals. No tenen perforacions, cosa que fa augmentar l'aïllament tèrmic. El pes propi de la terra aconsegueix que pugui emmagatzemar el calor i alliberar-lo després de varies hores quan la temperatura baixa. A més a més, té la capacitat de regular la humitat de forma natural per lo que

aconsegueix generar un ambient interior estable, aquesta característica es fonamental ja que en els mesos d'hivern la humitat és molt elevada.

En molts llocs podem trobar argila, llot i arena en la seva forma natural i a una profunditat baixa. Les propietats de l'argila no canvia durant la producció dels blocs.

A continuació, s'explicaran les característiques més importants dels blocs de terra:

COMPOSICIÓ	Argila, arena i llot. Bloc resistent a l'aigua amb una carga molt baixa de CO ₂ , amb un 5% de calç.	
ENERGIA	La producció d'un bloc de terra requereix un 1% d'energia necessària per produir un maó. Un litro de dièsel pot fabricar 145 blocs de terra.	
DIMENSIÓ	295x140x90 mm, pesa 7,5 Kg amb una densitat de 2.200 Kg/m ³ .	
PROPIETATS MECÀNIQUES	Força a compressió: 6-18 MPa Força per punt de suspensió: 2 a 5 KN	
PROPIETATS TÈRMiques	CONDUCTIVITAT	$\lambda = 1,13 \text{ W/(k.m)}$
	RESISTÈNCIA AL CALOR	40 cm = R= 0,354 W/m ² *K
	CALOR ESPECÍFIC	Cw= 2000 KJ/m ³ *K
	CAPACITAT CALOR ESP.	C= 1,0 KJ/Kg*K

6.2. Aïllaments

Es tracta d'una casa amb un consum molt reduït tant en us diari com en la construcció. Per aquesta raó, utilitzarem aïllaments naturals per la casa, ja que es necessària poca energia per la seva fabricació i requereixen un procés senzill de fabricació.

Per elegir un aïllament ens fixarem en tres característiques, la conductivitat tèrmica que com més baixa sigui menys podrà conduir el calor d'un costat a l'altre, la higroscopicitat que es la capacitat que tenen d'absorbir la humitat de l'ambient, i finalment la reacció davant el foc.

Després de valorar diferents aïllaments com el suro, cànem, lli, fibra de fusta, cel·lulosa, llana, cotó... s'ha elegit el suro ja que és el més extens en la construcció d'aquest tipus d'habitatges.

El **suro** s'obté de l'escorça exterior de la surera i no fa falta talar l'arbre, així doncs, és un recurs natural renovable que es renova completament cada 10 anys. La conductivitat tèrmica és de 0,045 W/mK i s'utilitza per àrees amb la possibilitat de patir moltes humitats ja que el suro no es degrada amb l'aigua. Les dimensions són de 20x500x1000 mm cada panel utilitzat.

6.3. Paviments

D'altra banda, el paviment en que construirem l'habitatge també és una part fonamental, ja que segons el material varia la conductivitat tèrmica i la higroscopicitat.

Un cop analitzada tota la informació sobre els diferents tipus de paviments, amb una varietat de fins a 7 tipus de sòls. La elecció final és el fang cuit, un material natural i ecològic que es compon bàsicament d'argila.

S'acostuma a col·locar el **fang cuit** com a paviment en forma de rajoles cosa que ofereix una major varietat en quan a aspecte. És un material higroscòpic que regula i contribueix a mantenir la humitat sobre el 55% a l'interior de la casa. A més a més, és un material antiestàtic, és a dir, no s'adhereix la pols ni tampoc la creació de floridura.

És un material natural, neutre a les al·lèrgies, sense partícules tòxiques i que neutralitza les males olors.

6.4. Tancaments

Pel que fa els tancaments, l'aïllament depèn de la qualitat del vidre i del tipus de fusteria que es posarà al marc. El sistema d'acristallament senzill, té un aïllament tèrmic molt inferior al cristall doble, que redueix pràcticament a la meitat la pèrdua de calor. Dins el tipus de cristalls dobles, s'utilitzarà el cristall baix emissiu sobre el qual s'ha dipositat una capa d'òxids metàl·lics extremadament fina, imperceptible a la vista que millora l'aïllament tèrmic. La capa del vidre de baixa emissivitat pot combinar-se també amb la capa de control solar per aconseguir al mateix temps, les avantatges derivades de la retenció de la calor dins l'edifici a l'hivern, juntament amb les avantatges d'una reforçada reflexió del sol durant l'estiu.

La fusteria utilitzada en el marc també tindrà un paper fonamental. En la següent taula podrem comparar els diferents tipus de materials i així elegir el millor per al nostre habitatge.

	PVC	ALUMINI	FUSTA
Aïllament tèrmic	Bo. Quantes més cambres interiors, millor	Bo amb RPT. Com menys alumini vist a l'exterior, millor.	Excel·lent (sempre que la estanquitat sigui A3 o superior)
Aïllament acústic	Bo. Com més gruix de paret del perfil, millor.	Bo, si té junta central, com més gruix tingui millor.	Bo. El perfil massís (sempre que la estanquitat sigui A3 o superior)
Durabilitat	Bona, si el perfil es de bona qualitat. El punt crític serà el tractament de protecció.	La millor. L'alumini és molt resistent a la intempèrie i els seus acabats també.	Bona durabilitat si té un manteniment constant i regular.
Manteniment	Neteja amb aigua. S'ha d'anar en compte amb no ratllar-lo, ja que és	Neteja amb aigua, els lacats són de polièster que resisteix bé als rajos	Pintar, polir i envernissar anualment.

	un material plàstic.	UV.	
Protecció ambiental	Es recicla parcialment, per d'altres usos.	Es recicla tantes vegades com es vulgui, actualment el 70% de l'alumini utilitzat prové del reciclatge	Es un material biodegradable i ha de ser preservat dels atacs de larves i fongs..

Així doncs, després de valorar les diverses opcions per elegir el marc dels nostres tancaments, s'elegirà el material d'Alumini amb un recobriments de RPT (Ruptura de Pont Tèrmic). És un material aïllant i amb un manteniment molt fàcil i bàsic. A més a més, el nostre material és 100% reciclable.

Un cop elegits el cristall i el marc, cal saber quines dimensions tindran els tancaments, on es situaran i quin tipus d'obertura hi haurà. A continuació s'enumeraran els diversos tancaments:

- Obertura principal: es situarà en la cara sud de l'habitatge, amb unes dimensions de 6x2,5m. L'obertura serà corredora ja que permet realitzar grans finestrals, guanyar molta lluminositat i augmentar la capacitat d'absorció calorífica en els mesos d'hivern. A més a més, no ens pren espai per obrir i podem graduar el grau d'obertura.

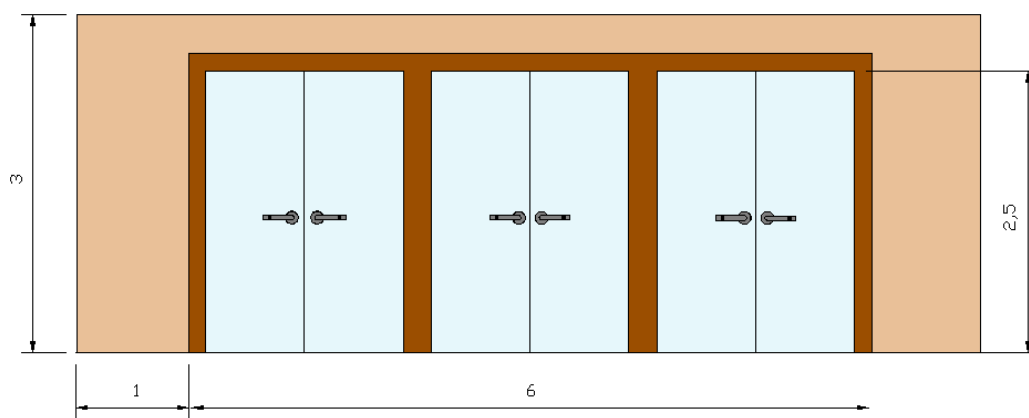


Fig. 4: Façana sud

- Obertura lateral: en la cara est, situarem una porta que dóna accés al menjador, amb dimensions de 2x1m. També, situarem dues finestres en cadascuna de les habitacions de 0,7x0,7m. Aquestes obertures, no solament ajudaran a escalfar les habitacions o el

menjador a les primeres hores del dia, sinó que també ens donaran llum. L'obertura de la porta serà interior, en canvi, les finestres serà una obertura exterior per tal de poder aprofitar l'espai de l'habitació.

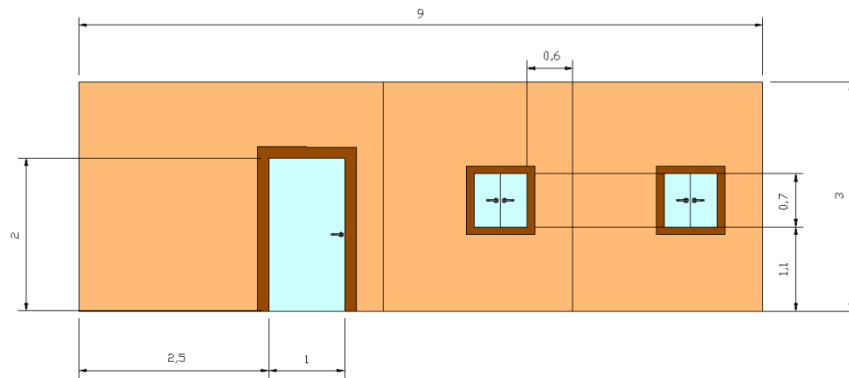


Fig. 5: Façana est

- Obertura trebol: finalment, aquesta obertura es situarà al final del passadís que dona accés a les diferents habitacions i a un dels banys, únicament es una obertura destinada a l'entrada de llum natural. Aquesta finestra no tindrà obertura.

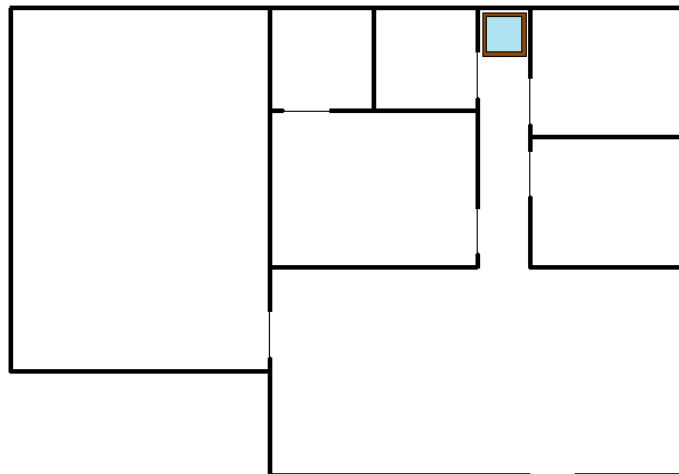


Fig. 6: Sostre

6.5. Sostre

Una part important de l'habitatge serà el trebol ja que a través d'ell es poden perdre grans quantitats d'energia. L'aïllament en sostres i teulades és una manera molt efectiva

de prevenir aquesta pèrdua. A continuació s'explicarà tres aspectes imprescindibles per un aïllament perfecte:

La ventilació

Una teulada amb una ventilació adequada és un factor que sovint es descuida, i aquest factor influeix en la seva longevitat i eficiència. Una solució perquè les cobertes disposin d'una bona ventilació és el rastellat de fusta i la fixació mecànica, evitant el màxim possible utilitzar el morter.

La coberta comptarà amb una bona ventilació , que contarà amb un espai mínim de cambra d'aire, el qual permetrà la circulació per la cara interior de la teulada i així doncs, farà que hi hagi una micro-circulació.

Així mateix, aquesta bona ventilació, amb l'ús de pinta contra-ocells, evitarà tancar les teules de ràfec, permet un assecat més ràpid i aquesta no acumula l'aigua de la pluja, que empitjora la ventilació. A més a més, s'evita la germinació de molsa i fongs.

Aïllament tèrmic

Un aïllament tèrmic es caracteritza per la seva alta resistència tèrmica i per tenir una funció de limitar o dificultar la transmissió d'energia entre exterior i l'interior. Quan una casa té un bon aïllament tèrmic en el sostre, es pot reduir entre un 40% i un 70 %, segons dades extretes de l'Organització de Consumidors i Usuaris.

A més, aquest aïllament, actualment és un aspecte que està regulat legislativament. Des del 2006, el Codi Tècnic de l'Edificació, recomana quin tipus d'aïllament serà necessari segons la zona climatològica de l'habitatge, cosa que analitzarem i elegirem a continuació.

Impermeabilització

La coberta si no té una bona impermeabilització això pot derivar en diverses maneres: ambient humit, fongs, floridures, corcs en la fusta, desprendiment de revestiments i pintures, condensació... Per això serà necessari cuidar aquest aspecte, per tal d'evitar aquests problemes.

6.5.1. Elecció de la teulada

Així doncs, després de dur a terme un anàlisi exhaustiu dels diferents tipus de trebol amb un bon aïllament tèrmic, la tècnica elegida serà la **insuflació** i el material elegit la

llana mineral. Aquesta tècnica doncs, consisteix en insuflar la llana mineral entre dues capes de fusta que estaran compreses al trebol, i mecànicament s'insufla amb màquines específiques des de l'interior de l'edifici. Aquestes màquines ho fan a través de forats



que hi ha a la capa inferior de fusta, i aquests seran tapats un cop s'hagi acabat la tècnica.

Avantatges del producte

- Millora de l'aïllament tèrmic i acústic de l'edifici.
- A conseqüència, millora de l'eficiència de l'habitatge i estalvi econòmic.
- No pateix deteriorament amb el pas dels anys.
- Producte molt sostenible amb gairebé el 50% del material reciclat, i 100% reciclable posteriorment.

Avantatges del sistema

- Instal·lació fàcil, ràpida i econòmica.
- Solució no invasiva.
- Màquina que es connecta en la instal·lació elèctrica domèstica.

Propietats tècniques

	Símbol	Unitats	Valor
Conductivitat tèrmica	λ_D	W/m*k	0.035
Calor específic aproximat	C_p	J/Kg*K	800
Resistència al flux de l'aire	AF_R	kPa*s/m ²	>5
Reacció al foc		Euroclase	A1
Absorció de l'aigua	WS	Kg/m ²	<1
Resistència a la difusió del vapor d'aigua, μ	MU	m ² hPa/mg	1
Densitat d'aplicació recomanada		Kg/m ³	50

6.6. ELECTRODOMÈSTICS

Dins del consum d'energia domèstica, la part dels electrodomèstics i il·luminació suposa al voltant d'un 25% del consum energètic total de la llar. A Espanya, des dels anys 90, el consum energètic ha augmentat un 2,5% cada any i la principal causa n'és l'ingent augment d'equipaments elèctrics a les cases.

És per això, que recentment, s'ha fet una revisió de l'etiqueta energètica per llei a Europa a través de la directiva 92/75/CEE. A conseqüència de la creixent demanda per estalviar energia en el consum d'electrodomèstics, les comunitats europees han adoptat mesures comunes com ara la implantació d'aquesta etiqueta energètica. Aquesta tendència l'estan copiant governs llatinoamericans, la qual cosa és una notícia esperançadora.

L'etiqueta energètica és un document que s'adhereix als embalatges dels electrodomèstics. Ens informa de la quantitat de consum d'energia i aigua de l'aparell que la porta. Els electrodomèstics amb millor funcionament eficient són, en general, més cars ja que contenen un disseny més

optimitzat. No obstant això, diversos càlculs d'estalvi han dictaminat que es poden aconseguir rebaixes de la factura de la llum de fins a 900€.

Utilitzar aparells més eficients també suposa un gran alleujament per al medi ambient. Mitjançant l'estalvi del consum d'energia, més específicament del consum elèctric, les empreses de generació d'electricitat poden fer un millor ús de les energies renovables (tals com l'eòlica, geotèrmica, solar...) i reduir considerablement les plantes de combustibles fòssils que tan mal fan a l'atmosfera i a la naturalesa.

Així doncs, l'elecció dels electrodomèstics per l'habitatge seran en conseqüència amb les etiquetes energètiques per a un funcionament més eficient dins la nostra llar:

RENTAPLATS

	
Eficiència energètica	A++
Consum d'energia per cicle	0.9kWh
Consum d'aigua per cicle	9.5L
Consum d'energia anual	258 kWh
Carga anual d'aigua	2660L
Carrega connectada	2400 W
Consum d'energia apagat	0.1 W
Corrent	10 A

TELEVISIÓ


Eficiència energètica	A+
Consum d'energia	75 W
Consum d'energia apagat	0.5 W
Corrent	10 A

NEVERA

Eficiència energètica	A++
Font d'energia	Elèctric
Consum d'energia anual	260 kWh
Voltatge entrada AC	220-240 V

Carrega connectada	100 W
Freqüència entrada AC	50 Hz
Corrent	10 A

FORN

	
Eficiència energètica	A+
Consum d'energia per cicle	0.93 kWh
Consum d'energia per cicle per aire forçat	0.69 kWh
Nivell contaminació acústica	43 dB
Consum d'energia convencional	0.93 W
Corrent	10 A

RENTADORA



Eficiència energètica	A+++
Freqüència d'entrada AC	50 Hz
Voltatge d'entrada AC	220-240 V
Consum d'energia anual	153 kWh
Carga anual d'aigua	10560 L
Carrega connectada	2300 W
Corrent	10 A

MICROONES



Eficiència energètica	A++
Potència microones	750 W
Potència graella	1100 W

BOMBETES

Eficiència energètica	A+++
Voltatge	220 V
Quantitat	22 bombetes

7. Ventilació

La ventilació natural s'aprofita de les corrents d'aire, mitjançant obertures que permeten l'entrada i la sortida del aire a l'interior de l'edifici. Per aquest motiu és important conèixer la direcció dels vents dominants en l'entorn de l'habitatge. Els vents més forts entraran per la façana on arriben amb més força i sortiran per la façana oposada.

Les funcions de la ventilació són les següents:

- Renovació de l'aire
- Incrementar el confort tèrmic a l'estiu creant corrents d'aire
- Climatització

La ventilació pot ser natural o convectiva. La natural es la creada a través de les corrents d'aire produïdes per l'obertura de finestres. La convectiva consisteix en reemplaçar l'aire calent amb l'ascensió per aire més fred.

A l'estiu, l'objectiu de les finestres de ventilació serà crear corrents d'aire en l'interior de la casa per a que renovi l'aire calent i així disminuir la temperatura interior per tal de no utilitzar sistemes de ventilació que consumeixi electricitat. La manera més eficaç és escalfar la part superior amb obertures captadores de calor en el teulat, i a través d'una xemeneia solar aquest aire calent serà substituït per aire més fred que entrarà per les finestres situades a la part inferior de l'habitatge, creant així una corrent que afavoreix la temperatura interior. Aquest fenomen es denomina estratificació tèrmica. Les obertures laterals han de ser majoritàriament en direcció de Oest-Est, ja que el vent que caracteritza el municipi de Bellcaire d'Urgell és el vent de ponent, amb una direcció sud-oest que ajudarà a mantenir una temperatura favorable.

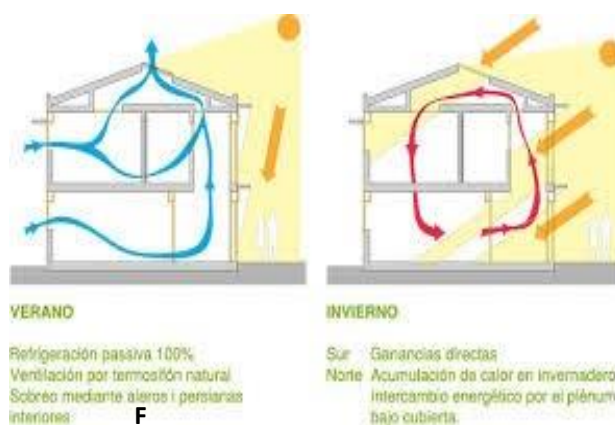


Fig. 7: Ventilació

A l'hivern, en canvi, les obertures exteriors no romandran obertes sinó que es mantindran tancades i a través d'elles captarà els rajos solars per així augmentar la temperatura interior de

l'habitatge. Les obertures interiors seran les encarregades de distribuir l'aire escalfat pel sol a través de tota la casa.

8. Etiqueta energètica en un habitatge

L'eficiència no pot ser mesurada directament, ja que representa, per definició, l'absència de consum energètic, pel que s'haurà de determinar comparant el consum mesurat abans i després de l'aplicació d'un projecte, fent els ajustaments adequats per als canvis en les condicions de funcionament.

La directiva 2002/91/CE estableix que cada edifici te l'obligació de proporcionar a compradors i usuaris de edificis un certificat de eficiència energètica. La expressió del consum d'energia necessària per satisfer la demanda d'energia en un edifici amb unes condicions normals de funcionament es lo que es denomina qualificació energètica.

El certificat d'eficiència energètica de edificis serveix per acreditar que amb la construcció i disseny s'ha tingut en compte criteris destinats a obtenir el màxim aprofitament de la energia. Aquest certificat permet:

- Donar a conèixer a l'usuari les característiques energètiques de l'edifici.
- Rendibilitzar costos.
- Estudiar la viabilitat tècnica dels projectes.
- Millorar el medi ambient.
- Controlar l'aïllament tèrmic en edificis de nova construcció.

La informació que proporciona el certificat i l'etiqueta de l'eficiència energètica és la següent:

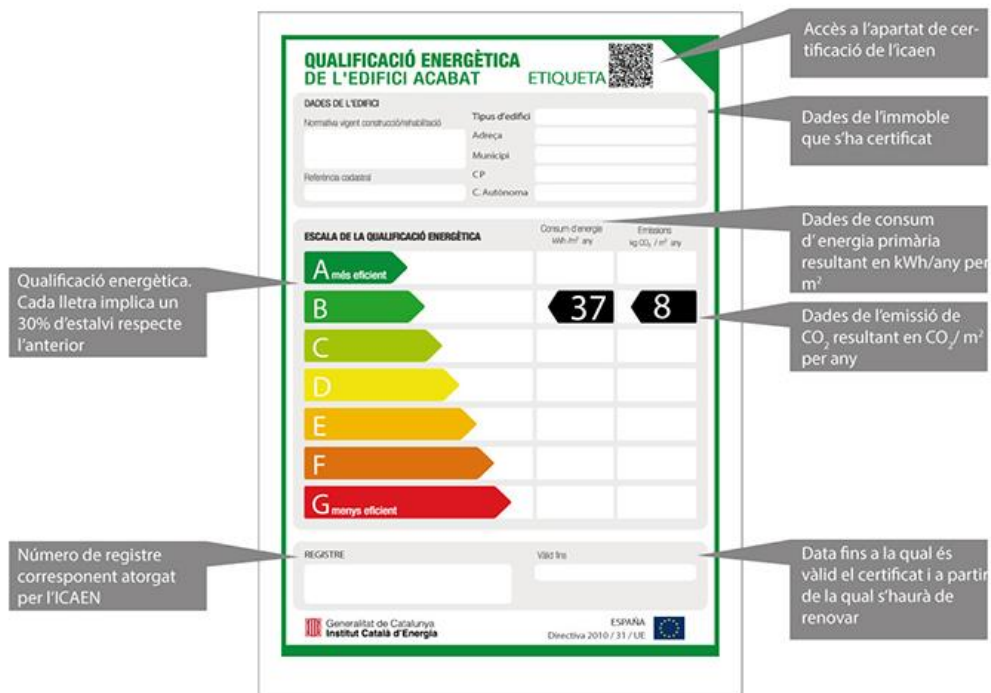


Fig.7 : etiqueta de l'eficiència energètica

- Consum d'energia primària mesurat en kWh/m²*any
- Emissions de CO₂

Finalment, la següent taula ens proporciona la informació en les despeses energètiques i consum d'energia que representen cada lletra de la classificació i la diferència entre una lletra i una altra. També ens indica un estalvi energètic, i una major qualitat de vida amb disminució de soroll, augment del confort i de la qualitat dels materials de l'habitatge:

QUALIFICACIÓ ENERGIA PRIMÀRIA (EP)	CONSUM MITJÀ EP CEE [kWh/m²*ANY]	CONSUM MITJÀ EP TOTAL [kWh/m²*ANY]	ESTALVI RESPECTE ANTERIOR %	ESTALVI % RESPECTE "G"
A	33,80	56	26%	89%
B	45,94	77	36%	85%
C	71,57	119	21%	77%
D	91,10	152	39%	71%
E	149,14	249	31%	52%

F	215,83	360	30%	30%
G	309,56	516	0%	0%

Taula 5: Qualificació energètica d'un habitatge

8.1. Normativa

Les normatives bàsiques de la edificació (NBE) van ser primordials per al desenvolupament normatiu de les edificacions i instal·lacions d'Espanya i van estar vigents durant la dècada dels 80 i 90. La eficiència energètica dels edificis d'aquella època no era gaire important. A continuació, la Llei de Ordenació de la Edificació (LOE) va establir uns criteris mínims de seguretat, funcionalitat i habilitat. Va ser un dels primers passos cap a la unificació de les diferents normes sobre la construcció d'edificis.

El Reglament de Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE) va començar a tractar en les instal·lacions ACS i climatització en paràmetres d'eficiència que no estava inclòs en la legislació espanyola. Finalment va ser inclosa en el **Codi Tècnic de la Edificació (CTE)** com a **Secció HE-2** (rendiment de les instal·lacions tèrmiques) dins de **DB_HE**.

No hi ha una llei d'energies renovables única, existeixen un número molt ampli de reals decrets, lleis, reglaments que afecten aquest tipus d'instal·lacions, tots es troben àmpliament desenvolupats en el DB-HE del Codi Tècnic de la Edificació. No hem d'oblidar que cada comunitat autònoma pot tenir diferents normatives sobre aquestes instal·lacions, i també les ordenances municipals poden afectar.

A continuació us mostrarem una llista de les lleis més importants respecte aquest aspecte:

La **Llei 54/1997**, de 27 de Novembre, regula el sector elèctric a Espanya.

El **Real Decret 2818/1998** del 23 de Desembre sobre la producció d'energia elèctrica per instal·lacions proveïdes per recursos renovables, residus i cogeneració.

El **Real decret 661/2007** de 25 de Maig pel que regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial.

El **Real Decret 187/2011**, es el Reglament relatiu al establiment de requisits de disseny ecològic aplicables als productes relacionats amb l'energia.

En els Annexos s'adjuntaran les lleis complertes.

8.2. Càlcul energètic del projecte

El càlcul energètic d'aquest habitatge no es pot realitzar legalment, ja que no és un habitatge real i cap oficina que executa aquest tipus d'informe ha volgut calcular quin tipus d'etiquetatge mereix la nova construcció.

Així doncs, s'ha optat per utilitzar un simulador online força real que pot aproximar a la realitat l'etiquetatge de l'habitatge eco-eficient. Aquest simulador és el: <http://energia.barcelona/ca/calculadora-energetica> . Després d'introduir les dades de l'habitatge, el consum dels electrodomèstics, els aïllaments tèrmics, els residents a la llar, any de construcció, superfície i altres... Els resultats obtinguts són els següents:

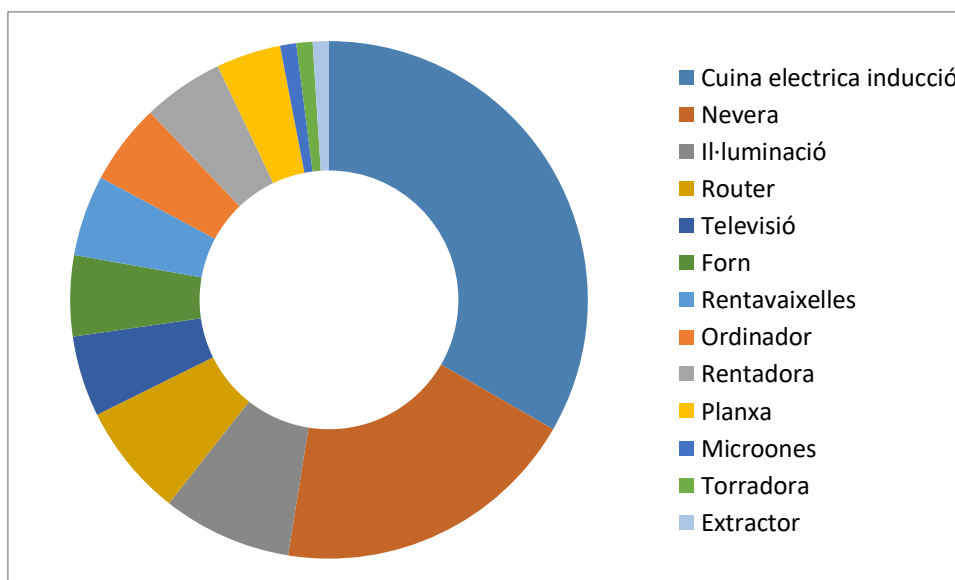
Consum energètic anual del projecte	1.286 kWh
Consum mig d'una llar com la teva	4.473 kWh
Potència contractada òptima	3,45 kW

I pel que fa al consum d'electrodomèstics, ordenats de major a menor impacte sobre el consum total són els següents:

EQUIPS	DESPESA ENERGÈTICA	PERCENTATGE
Cuina elèctrica inducció	429 kWh/any	33%
Nevera	244 kWh/any	19%
Il·luminació	102,44 kWh/any	8%
Router	87,36 kWh/any	7%
Televisió	70,2 kWh/any	5%
Forn	70,2 kWh/any	5%
Rentavaixelles	67,6 kWh/any	5%
Ordinador	62,4 kWh/any	5%

Rentadora	62,24 kWh/any	5%
Planxa	52 kWh/any	4%
Microones	18,2 kWh/any	1%
Torradora	13,87 kWh/any	1%
Extractor	6,5 kWh/any	1%

Com es podrà comprovar a continuació, la major despesa és la cuina elèctrica d'inducció. Fent un bon ús d'aquest equip, també es pot reduir el consum energètic.



Graf. 5: Despesa dels diferents electrodomèstics

Així doncs, aquest edifici es pot avaluar com un edifici amb una qualificació energètica de "A".

8.3. CALCULAR ESTALVI ENERGÈTIC AMB CLIMATITZACIÓ

8.3.1. CALEFACCIÓ

En l'habitatge eco-eficient, un dels principals pilars són els aïllaments tèrmics elegits per l'estructura, els tancaments, el sostre i el terra. Aquests, fan que l'estalvi energètic en calefacció sigui força important, ja que la temperatura exterior influeix tant en la

temperatura interior, i això en un clima força fred com és en les terres de Ponent és molt notori.

A més a més, no solament l'aïllament és important, sinó que el sistema utilitzat per escalfar la casa és diferent. L'ús de l'energia geotèrmia ens permet no consumir cap tipus de combustible fòssil. Així doncs, no solament estalviem econòmicament sinó que no contaminem el medi ambient.

El sistema utilitzat per calcular l'estalvi energètic en calefacció és: hem calculat les despeses econòmiques que podria tenir un habitatge de les mateixes dimensions que el construït durant el treball, però canviant l'estructura, els tancaments i el sostre. Aquests elements tenen unes altres propietats que fan que sigui una casa menys aïllada:

ESTRUCTURA		GRUIX (m)	CONDUCTIVITAT TÈRMICA W/(m*K)
Paret	Maó	0,22	0,85
	Guix	0,01	0,35
Sostre		0,14	0,025
Tancaments		0,008	0,78

I doncs, la resistència tèrmica es calcula amb la següent fórmula:

$$R_t = \frac{1}{A * h_i} + \frac{e_1}{A * k_1} + \frac{e_2}{A * k_2} + \frac{1}{A * h_e}$$

On:

A= Àrea de la superfície estudiada

hi= coeficient de convecció interior

he= coeficient de convenció exterior

k_x = conductivitat tèrmica

e_x = gruix del material

A continuació, es calcularà el coeficient mitjà de transferència de calor de la següent manera:

$$U_m = \frac{1}{A * R_t}$$

On,

A= Àrea de la superfície estudiada

R_t =Resistència tèrmica

Un cop calculades tots els coeficients mitjans de transferència de calor, haurem de calcular el total amb la següent fórmula:

$$U_{tot} = \frac{\sum U_{m_{paret}} * A_{paret} + 0,8 * \sum U_{m_{sostre}} * A_{sostre}}{\sum A_{totes}}$$

Així doncs, podrem calcular la potència útil necessària de la instal·lació de calefacció de la següent forma:

$$P = U_{tot} * A_{superficie} * (T_e - T_i) \text{ en } W$$

La potència útil calculada, les pèrdues anuals les calcularem a través de la fórmula següent:

$$PA = \frac{P * G}{(T_e - T_i)} \text{ en } kWh$$

On,

G= nº de graus-dia

Te= temperatura exterior

Ti= temperatura interior

I per últim, calcularem el nombre de litres de gasoil que es gastaria en una caldera dins aquest habitatge:

$$m = \frac{PA * 3600}{\eta * PCI} \quad en \quad litres$$

CÀLCULS HABITATGE CONVENCIONAL

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	TOTAL
Tinterior (Cº)	20	20	20	20	20	22	22	22	22	20	20	20	/
Texterior (Cº)	5,6	7,2	10,7	13,1	16,9	20,6	23,6	23,4	20,5	15,1	9,7	6,3	/
Graus cada mes	432	384	279	207	93	42	0	0	45	147	309	411	2349
Potència (w)	4188,94	3723,50	2705,35	2007,20	901,78	407,26	0,00	0,00	436,35	1425,40	2996,25	3985,31	22777,34
PA (Wh)	3016034,29	2680919,37	1947855,48	1445183,10	649285,16	293225,56	0,00	0,00	314170,24	1026289,45	2157302,30	2869421,51	16399686,50
PA(kWh)	3016,03	2680,92	1947,86	1445,18	649,29	293,23	0,00	0,00	314,17	1026,29	2157,30	2869,42	16399,69
m (Litres)	392,68	349,05	253,61	188,16	84,54	38,18	0,00	0,00	40,90	133,62	280,88	373,60	2135,22

HABITATGE CONVENCIONAL							
	Rt (k/w)	Um (w/m²*k)	Utot (w/m²*k)	P (w)	PA (kWh)	m (litres)	€/any
Paret	0,00738	2,18692	1,55	22777,34	16399,68	2135,22	1799,99
Sostre	0,05392	0,17331					
Tancaments	0,00712	7,39336					

CÀLCULS HABITATGE DEL PROJECTE

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Julio l	Agos t	Setembr e	Octubre	Novembr e	Desembre	TOTAL
Tinterio r (Cº)	20	20	20	20	20	22	22	22	22	20	20	20	/
Texteri or (Cº)	5,6	7,2	10,7	13,1	16,9	20,6	23,6	23,4	20,5	15,1	9,7	6,3	/
G	432	384	279	207	93	42	0	0	45	147	309	411	2349
P (w)	1547,58	1375,63	999,48	741,55	333,16	150,46	0,00	0,00	161,21	526,61	1106,95	1472,35	8414,99
PA (wh)	1114260,90	990454,10	719626,80	533916,66	239875,60	108330,92	0,00	0,00	116068,84	379158,21	797006,03	1060095,40	6058793,40
PA(Kwh)	1114,26	990,45	719,63	533,92	239,88	108,33	0,00	0,00	116,07	379,16	797,01	1060,10	6058,79
m (litres)	145,08	128,96	93,69	69,52	31,23	14,10	0,00	0,00	15,11	49,37	103,77	138,02	788,85

HABITATGE ECO-EFICIENT							
	Rt (k/w)	U _m (w/m²*k)	U _{tot} (w/m²*k)	P (w)	PA (kWh)	m (litres)	€/any
Paret	0,0139	1,1600	0,5717	8414,99	6058,79	788,84	664,99
Sostre	0,0476	0,1699					
Tancamen ts	0,0550	1,1056					

Així doncs, si el nostre habitatge hagués de consumir gasoil per tal de escalfar tota la casa, l'estalvi energètic seria de 1.135€/any, però com que no utilitzem cap combustible fòssil, l'estalvi encara serà molt més gran. El nostre sistema de geotèrmia, solament consumeix 322€ en electricitat per tal d'abastir tot l'habitatge. Dit això, es pot afirmar que l'estalvi econòmic en calefacció serà de 1.477,99€/any respecte un habitatge convencional com el mostrat anteriorment.

8.3.2. REFRIGERACIÓ

Durant els mesos d'estiu, és necessari un aire condicionat per tal d'aclimatar la casa. Aquest aire té un consum de 2000w. Es suposa que l'encendrem 8h cada dia ja que són les hores de més calor. Els càlculs són els següents:

$$2KW * 8h \text{ al dia} = 16KW/\text{dia}$$

$$16kWh * 30 \text{ dies} = 480kWh/\text{mes}$$

$$480kWh * 0.122699€ = 58.90€/mes$$

Així doncs, el consum total serà de 117,8€, ja que solament necessitarem engegar l'aire els mesos de Juliol i Agost.

8.3.3. Total de climatització

ESTALVI TOTAL AMB CLIMATITZACIÓ	
CALEFACCIÓ	1.477,99€/any
REFRIGERACIÓ	117,8€/any
TOTAL	1.595,79€/any

8.4. CALCULAR ESTALVI ENERGÈTIC AMB L'AIGUA DE LA PLUJA

L'estalvi econòmic amb aigua de la pluja, no solament serà per l'aigua no potable, és a dir, la utilitzada en els inodors i el reg del jardí, sinó que amb un tractament de clor i de depuració, també podrem aprofitar l'aigua de l'habitatge.

Aquest dipòsit instal·lat, serà de 15.000 litres, i per tant amb la quantitat de pluja que hi ha en el terme, abastirem amb escreix el consum d'aigua no potable necessari en l'habitatge. El preu de l'aigua corrent és de:

TRAM	CONSUM MENSUAL	PREU €/m³
1	0-6 m³	0,6087 €/m³
2	7-9 m³	1,2175 €/m³
3	10-15 m³	1,8262 €/m³
4	16-18 m³	2,4349 €/m³
5	>18 m³	3,0436 €/m³

Tenint en compte el consum mensual de l'habitatge, l'estalvi econòmic serà el següent:

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
Consum (m³)	8	7,9	9,3	9,2	10,8	11,7	14,5	15,3	11,4	10,2	7,8	7,2
Estalvi (€)	6,08	5,96	7,85	7,67	10,59	12,24	17,35	18,81	11,68	9,5	5,84	5,11

[illegible]

Com podrem comprovar, solament al Maig, Juny, Juliol i Agost, les plaques fotovoltaiques produiran suficient electricitat per abastir tota la casa. En els altres mesos, s'alternarà el consum de plaques amb el consum directament de la xarxa.

Aquí mostrarem una taula amb l'estalvi total:

	ESTALVI (€/any)
Estalvi en la climatització	1.595,79
Estalvi en el consum d'aigua	254,14
Estalvi en la factura elèctrica	205,44
TOTAL	2.055.37 €/any

9. Anàlisi de l'impacte ambiental

En aquest apartat es vol posar èmfasi a la millora ambiental que pot suposar la implementació de les millores d'aquest projecte.

Primerament, l'estructura d'aquest habitatge ha estat dissenyada amb fang cuit, el qual és 100% reciclable en un futur, a més a més de produir baixes emissions de CO₂ en la seva formació. El terra té les mateixes propietats que el fang cuit amb l'impacte ambiental.

També, les instal·lacions de plaques fotovoltaiques, un dipòsit per a l'aprofitament de l'aigua de la pluja, la instal·lació de geotèrmia, el terra radiant, els tancaments aïllants... tots aquests elements han estat elegits per beneficiar-nos de les energies renovables que ens proporciona l'entorn natural. L'orientació de la casa també és un gran ajut per a la millora ambiental dins aquest projecte.

Finalment, tot l'esmenat anteriorment fa que l'habitatge estalviï energia durant l'any, ja sigui a l'hivern o l'estiu, i aquest fet fa que no consumim tanta electricitat, aigua o gas. Així doncs, l'impacte ambiental es redueix diàriament en aquest projecte.

Conclusions

L'objectiu principal d'aquest projecte era la construcció d'una casa eco-eficient, amb la pertinent estructura, els tancaments, les instal·lacions addicionals necessàries per tal de fer un habitatge el màxim ecològic possible. Tal i com s'ha observat en el projecte, això és exactament el que s'ha desitjat aconseguir durant tota la realització del treball.

Primerament, l'estudi del clima de la zona on situarem la casa ha resultat força complicat ja que hi ha poques estacions meteorològiques properes i en algunes ocasions s'ha hagut d'utilitzar aproximacions, o dades de l'estació meteorològica més propera a la població.

L'elecció de les instal·lacions complementaries per a l'aprofitament d'energia s'han dut a terme després de comparar diverses opcions en cadascuna d'elles. Hem considerat com opció correcta aquella que aprofitaria millor l'energia renovable pertinent. També, l'elecció del material amb que s'ha construït l'estructura, el sostre, els tancaments i el terra han estat elegits per a una millor optimització de les seves prestacions tèrmiques i mecàniques. A més a més, també s'ha tingut en compte la proximitat del producte, l'emissivitat alhora de fabricar el material i el possible reciclatge d'aquest amb un futur.

Per concloure, l'objectiu era amortitzar el sobre-cost de totes aquestes instal·lacions addicionals que hem pogut afegir en el nostre habitatge, en el mínim període possible, i així doncs demostrar que un habitatge convencional solament és barat els primers anys de la seva vida útil, a més a més de no ser ecològic. L'estalvi de més de 2.000 euros cada any en les despeses de la llar farà que la recuperació de la inversió inicial per dur a terme aquest projecte es recuperi en menys de 18 anys.

Pressupost i Anàlisi Econòmica

El pressupost necessari per dur a terme aquest projecte, no solament inclou els materials, sinó que també la mà d'obra necessària per a la construcció, les instal·lacions addicionals requerides i també els costos de tramitació necessaris per a que l'habitatge conti amb tots els requisits legals per a ser habitada.

Primerament cal dir, que hem sumat tots els costos per fer una construcció més real. També cal destacar, que la recuperació d'aquests costos no s'han d'incloure tots a l'estalvi energètic, d'aigua o gas, ja que elements com els banys, cuina, electrodomèstics... ja que una casa convencional també tindria aquests despeses i per tant no és un cost addicional al nostre habitatge eco-eficient.

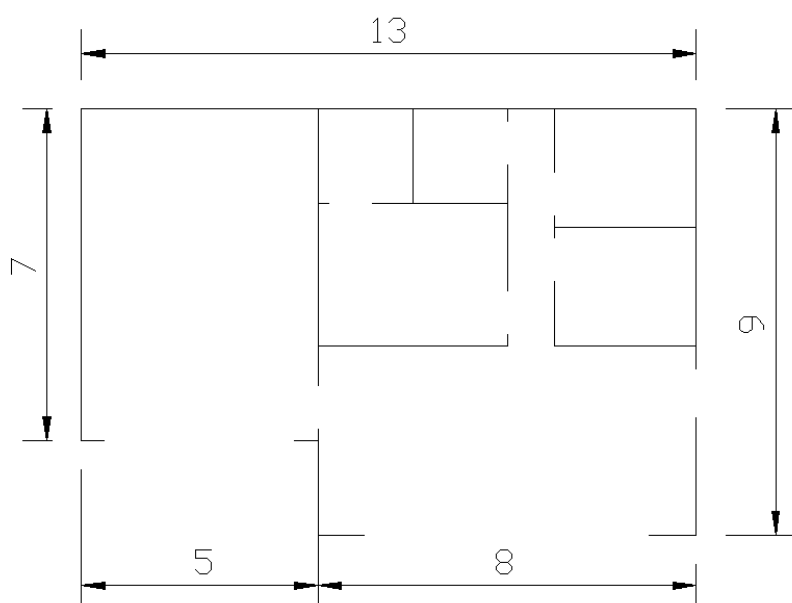


Fig. 8: dimensions de l'habitatge

Així doncs, els costos per a la construcció d'aquest habitatge són els següents:

PLAQUES SOLARS FOTOVOLTÀIQUES

INSTAL·LACIÓ	PREU	MÀ D'OBRA	NOM EMPRESA	COMENTARI
--------------	------	-----------	-------------	-----------

Kit Solar	5345,32 €	1.840 €	Autosolar S.L.	El manteniment és de 100€/2*anys
-----------	-----------	---------	----------------	----------------------------------

ESTRUCTURA

INSTAL·LACIÓ	PREU	MÀ D'OBRA	NOM EMPRESA	COMENTARI
Blocs de terra comprimida	31.608 €	4.925 €	Cannabric S.A.	No requereix manteniment

INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMIA

INSTAL·LACIÓ	PREU	MÀ D'OBRA	NOM EMPRESA	COMENTARI
ECOGEO Compact	14.570 €	1085.44 €	Ecoforest	Manteniment anual que realitza l'empresa per contracte. En el cost hi ha sumat totes les perforacions necessàries.

TERRA RADIANT

INSTAL·LACIÓ	PREU	MÀ D'OBRA	NOM EMPRESA	COMENTARI
Calefacció	8.291,14 €	995,88 €	Manel Pons S.A.	Auto-manteniment

PAVIMENTACIÓ

INSTAL·LACIÓ	PREU	MÀ D'OBRA	NOM EMPRESA	COMENTARI
Paviment	3782,45 €	887,25 €	Esteban Hdz. S.L.	35,35€/m ² i tarden unes 20 hores, 44,9€ entre mà d'obra i ajudant.

SOSTRE

INSTAL·LACIÓ	PREU	MÀ D'OBRA	NOM EMPRESA	COMENTARI
Insuflació	1.605 €	1.156 €	-	15€/m ² , però no insuflarem el sostre del garatge.

TERRENY

INSTAL·LACIÓ	PREU	MÀ D'OBRA	NOM EMPRESA	COMENTARI
Solar urbanitzable	43.000 €	-	-	-

TANCAMENTS

INSTAL·LACIÓ	QUANTITAT	PREU	MÀ D'OBRA	NOM EMPRESA
Finestra quadrada	2	148,11 €	3777,72 €	Fonsa S.A.

Portes de vidre	3	282,38 €		
Porta garatge	1	1.958 €		
Obertura sostre	1	102,08 €		

OBRA BANYS I CUINA

INSTAL·LACIÓ	PREU	MÀ D'OBRA	NOM EMPRESA	COMENTARI
Obra banys i cuina	10.770 €	1.716 €	Esteban Hdz. S.A.	Auto-manteniment

TERRA HABITACLE

INSTAL·LACIÓ	PREU	MÀ D'OBRA	NOM EMPRESA	COMENTARI
Rajoles de fang cuit	4.973,53 €	1.575 €	Esteban Hdz. S.A.	No necessita manteniment

DIPÒSIT AIGUA

INSTAL·LACIÓ	PREU	MÀ D'OBRA	NOM EMPRESA	COMENTARI
Dipòsit d'aigua de pluja	887,33 €	213,78 €	-	En la mà d'obra ja tenim en compte l'excavadora per fer el forat.

ELECTRODOMÈSTICS

Televisió	199 €
-----------	-------

Rentaplats	364,06 €
Rentadora	276.45 €
Forn	370,58 €
Bombetes	48,4 €
Microones	77,68 €
Nevera	500,04 €

TOTAL DE LA CONSTRUCCIÓ I INSTAL·LACIONS

Material i instal·lacions	Mà d'obra	TOTAL
129.770 €	18.172,1 €	147942,1 €

Finalment, com ja s'ha comentat anteriorment, hi ha uns costos requerits per a la legalització de l'habitatge, com també el cost d'un arquitecte i un arquitecte tècnic. A continuació us mostrarem detalladament totes aquestes despeses en una sola taula:

COSTOS DE TRAMITACIÓ	
Cèdula habitabilitat	40 €
Casa 1era residència	12.977,03 €

Impost municipal per permís d'obra	3.893,11 €
Taxes municipals per permís d'obra	1.297,70 €
Justificació urbanística parcel·laria	60 €
Arquitecte	14.274,74 €
Arquitecte tècnic	4.996,16 €
Actes jurídics	1.950 €
Notaria i registre	1.300 €
TOTAL	40.788,7 €

Així doncs, la suma dels costos de tramitació, els materials, instal·lacions i la mà d'obra, serà el total que costarà construir aquest habitatge eco-eficient:

COST TOTAL HABITATGE	
COSTOS DE CONSTRUCCIÓ	147.942 €
COSTOS DE TRAMITACIÓ	40.788,7 €
TOTAL	188.730,7 €

Recuperació de la inversió

Després de calcular tots els estalvis econòmics ja ens podem fer a la idea de l'estalvi anual que hi haurà en una casa eco-eficient. Tot els valors són estimats i una aproximació a la realitat, ja que no ho podem calcular de manera real en un habitatge d'aquestes característiques.

Dit això, calcularem el temps que trigarem en recuperar el sobre-cost que ens ha pujat construir aquesta casa, és a dir, recuperar el valor de tota inversió que no s'hauria dut a terme en una casa

convencional, ja que no seria lògic recuperar les despeses en mà d'obra, en el terreny o en les despeses de gestió dels documents de l'habitatge. La taula següent ens mostrarà les despeses addicionals:

INSTAL·LACIÓ	Preu	Mà d'obra
ECOgeo Compact	14570	1085,44
Blocs de terra comprimida	5822	/
Kit Solar habitatge	5345,32	1840
Dipòsit d'aigua	887,33	213,78
Sobre-cost en alguns materials	6500	/
TOTAL SOBRECOST	33124,65	3139,22
	36263,87	

I a continuació mostrarem tot l'estalvi energètic en una sola taula:

	ESTALVI (€/any)
Estalvi en la climatització	1.595.79
Estalvi en el consum d'aigua	254,14
Estalvi en la factura elèctrica	205,44
TOTAL	2.055.37 €/any

Així doncs, amb 17,65 anys, és a dir, al voltat dels 18 anys trigarem a recuperar el sobre-cost d'una casa eco-eficient. A partir dels 18 anys, tota la inversió estarà recuperada i tot l'estalvi serà beneficiós per l'economia familiar.

Bibliografia

Referències Bibliogràfiques

- [1] EnergyPlus. [En línia] [Consultat el setembre de 2018]. Disponible a: <<https://energyplus.net/>>
- [2] Gobierno vasco. *Ecoetxea Urdaibai*. [En línia] [Consultat el setembre de 2018]. Disponible a: <<http://www.ekoetxea.eus/Paginas/Ficha.aspx?IdMenu=1730F1C7-A919-4A64-9416-DE856881473E&Idioma=es-ES>>
- [3] M.Anglés i A.Zanón . *Baterias Tesla*. [En línia] [Consultat el setembre de 2018]. Disponible a: <<http://www.expansion.com/empresas/energia/2018/06/07/5b18d386ca4741743e8b461c.html?cid=SIN8901>>
- [4] Climate-data. *Temps a Bellcaire d'Urgell*. [En línia] [Consultat el setembre de 2018]. Disponible a: <<https://es.climate-data.org/europe/espana/cataluna/bellcaire-d-urgell-186786/>>
- [5] Institut Català d'Energia. *Gentcat*. [En línia] [Consultat el setembre de 2018]. Disponible a: <<http://icaen.gencat.cat/ca/inici/>>
- [6] Ecohouses . *Dissenyem i construïm la teva casa passiva*. [En línia] [Consultat el Novembre de 2018]. Disponible a: <www.ecohouses.es>
- [7] Aperca. *Energies Renovables a Catalunya*. [En línia] [Consultat el setembre de 2018]. Disponible a: <<http://www.aperca.org/>>
- [8] AutoSolar. *Kit Solar Vivienda Aislada*. [En línia] [Consultat el Octubre de 2018]. Disponible a: <<https://autosolar.es/kit-solar-aislada/kit-solar-vivienda-aislada-5000w-48v-12150whdia>>
- [9] Efficiency Valuation Organization . *Protocol internacional de mesura de rendiment energètic*. [En línia] [Consultat el Octubre de 2018]. Disponible a: <http://icaen.gencat.cat/web/.content/20_Energia/25_empreses_servei_energetic/arxius/protocol_ipmvp_2010.pdf>
- [10] Arquitectura Técnica y Edificación. *Certificación energética de edificios*. [En línia] [Consultat el Setembre de 2018]. Disponible a: <https://www.construmatica.com/construpedia/Eficiencia_Energ%C3%A9tica>
- [11] efENERGIA. *Normas y leyes de eficiencia energética en España*. [En línia] [Consultat el Octubre de 2018]. Disponible a: <<https://www.efenergia.com/legislacion-eficiencia-energetica/espana/>>
- [12] OSKAM V/F . *Material construcción vivo*. [En línia] [Consultat el Desembre de 2018]. Disponible a: <https://www.oskam-vf.com/bloques_%20de_tierra_comprimida.html>

- [13] Construir una casa ecológica . *Aislamientos naturales para una casa ecológica*. [En línia] [Consultat el Setembre de 2018]. Disponible a: < <http://construirunacasaecologica.com/casas-ecologicas/aislamientos-naturales-para-una-casa-ecologica> >
- [14] Roigsat. *Avantatges i inconvenients de la calefacció de terra radiant*. [En línia] [Consultat el Octubre de 2018]. Disponible a: < <https://www.roigsat.com/avantatges-inconvenients-calefaccio-terra-radiant/> >
- [15] efENERGIA. *Normas y leyes de eficiencia energética en España*. [En línia] [Consultat el Novembre de 2018]. Disponible a: < <https://www.efenergia.com/legislacion-eficiencia-energetica/espana/> >
- [16] Institut Cartogràfic de Catalunya . *GEO Índex - Geotèrmia superficial*. [En línia] [Consultat el Novembre de 2018]. Disponible a: < <http://www.icgc.cat/es/Administracion-y-empresa/Herramientas/Visualizadores-Geoindex/Geoindex-Geotermia-superficial> >

